

# TUGAS AKHIR

**“PERBANDINGAN DURABILITAS CAMPURAN BETON ASPAL MENGGUNAKAN  
BAHAN PENGISI ABU BATU DAN ABU TERBANG PADA CAMPURAN ASPAL PANAS  
(HRS-WC)”**



**Disusun oleh:**

**Fajar Nugraha Kasim**

**45 09 041 008**

**JURUSAN SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR**

**2017**



# UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

Jl. Urip Sumoharjo Km. 4 Telp. (0411)452001 - 452709 psw 20 Makassar

## FAKULTAS TEKNIK

### LEMBAR PENGESAHAN

Berdasarkan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar (nomor SK ujian meja No. 382 / SK / FT / UNIBOS / IX / 2017, tanggal SK keluar Tanggal 26 September 2017, perihal Pengangkatan Panitia dan tim Penguji Tugas Akhir, maka pada :

Hari / Tanggal : Kamis / 05 Oktober 2017 tgl ujian

Nama : Fajar Nugraha K

Nomor Stambuk : 45 09 041 008

Fakultas / Jurusan : Teknik / Teknik Sipil

Judul Tugas Akhir: "PERBANDINGAN DURABILITAS CAMPURAN BETON ASPAL MENGGUNAKAN BAHAN PENGISI ABU BATU DAN ABU TERBANG PADA CAMPURAN ASPAL PANAS (HRS-WC) "

Telah diterima dan disahkan oleh Panitia Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar setelah dipertahankan di depan tim penguji Ujian Sarjana Strata Satu( S-1) untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.

### TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Ketua/ Ex Officio : Ir. H. Abdul Rahim Nurdin, MT (.....)

Sekretaris/ Ex Officio : Nur hadijah Yunianti, ST, MT (.....)

Anggota : Ir. Tamrin Mallawangeng, MT (.....)

: Ir. Hj. Satriawati Cangara, M.Sp (.....)

Makassar,

2018

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik  
Univ. Bosowa Makassar

(Dr. Hamsira, ST, M.si)

NIDN : 09 240676 01

Ketua Jurusan Sipil  
Univ. Bosowa Makassar

(Savitri Prasandi Mulvani, ST, MT)

NIDN : 09 050873 04



## LEMBAR PENGAJUAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir :

**"PERBANDINGAN DURABILITAS CAMPURAN BETON ASPAL MENGGUNAKAN  
BAHAN PENGISI ABU BATU DAN ABU TERBANG PADA CAMPURAN ASPAL PANAS  
HRS-WC"**

Disusun dan diajukan oleh :

Nama Mahasiswa : **FAJAR NUGRAHA KASIM**

No. Stambuk : **45 09 041 008**

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi  
Teknik Sipil/ Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.

Telah Disetujui Komisi Pembimbing

Pembimbing I : Ir. H. Abd. Rahim Nurdin, MT.

Pembimbing II : Nurhadijah Yuniarti, ST.,MT

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik

**(Dr. Hamsina, ST.,M.Si)**  
NIDN.09-2406-7601

Ketua Program Studi / Jurusan Sipil

  
**(Savitri Prasandi Muliani, ST.MT)**  
NIDN.09-050873-04

## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah, Tuhan yang rahmat-Nya selalu tercurahkan kepada setiap Hamba-Nya, dengan kasih dan sayang-Nya, telah memperkenankan kami untuk menyelesaikan tugas akhir ini walaupun dalam bentuk yang sederhana.

Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan akademik dalam menyelesaikan studi pada Jurusan Sipil Fakultas Teknik Program Reguler Universitas Bosowa Makassar.

Dalam tulisan ini penulis menyajikan pokok bahasan menyangkut masalah dibidang transportasi, dengan judul :

***“PERBANDINGAN DURABILITAS CAMPURAN BETON ASPAL MENGGUNAKAN BAHAN PENGISI ABU BATU DAN ABU TERBANG PADA CAMPURAN ASPAL PANAS (HRS-WC)”***

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa selesainya tugas akhir ini adalah berkat bantuan dan sumbansi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menghaturkan ucapan terima kasih tak terhingga kepada:

1. Ibu Savitri Prasandi M, ST, MT. selaku Ketua Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.
2. Ibu Nurhadijah Yunianti, ST, MT. selaku Sekretaris Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.

3. Bapak Ir. H. Abd. Rahim Nurdin, MT dan Ibu Nurhadijah Yuniarti, ST, MT selaku pembimbing I dan II yang senantiasa meluangkan waktunya untuk membimbing dan membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Ayahanda Ir. H. Syahrul Sariman, MT. yang selalu memberikan nasehat dan masukan selama proses penyelesaian tugas akhir ini.
5. Seluruh Staff Dosen Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.
6. Bapak Eka yuniarto, ST, MT selaku Kepala Laboratorium Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.
7. Bapak Muh. Hamdan, ST selaku Asisten Laboratorium Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar yang senantiasa meluangkan waktunya untuk membimbing dan memberikan masukan sehubungan dengan penelitian ini.
8. Kepada kedua orang tua dan keluarga tercinta atas doa, dukungan dan bantuannya, berupa moril maupun materi selama penulis menuntut ilmu di Universitas Bosowa Makassar.
9. Kepada saudara seperjuangan angkatan 2009 Fakultas Teknik Jurusan Sipil yang telah memberikan banyak pelajaran dan bimbingan kepada saya.
10. Kepada Himpunan Mahasiswa Sipil (HMS) dan Mahasiswa Sipil Cinta Alam (MAHASILA 45) yang telah memberikan banyak pelajaran bagi saya.

11. Kepada rekan-rekan seperjuangan penelitian di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa Makassar, terkhusus sahabat dan saudara saya Ikram Umar, CST. Yang telah membantu dan memberikan semangat serta dukungan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Dengan penuh kesadaran diri dan segala kerendahan hati penulis, menyadari bahwa hanya Allah yang memiliki segala kesempurnaan, sehingga tentu masih banyak lagi rahasia-Nya yang belum tergali dan belum kita ketahui. Oleh karena itu, kami mengharapkan saran-saran dan kritik yang positif demi penyempurnaan tugas akhir ini. Semoga tulisan yang sederhana ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca. Amien.

Makassar,            Februari 2017

**PENULIS**

## DAFTAR ISI

Halaman Judul .....	i
Lembar Pengesahan .....	ii
Lembar Pengajuan .....	iii
Kata Pengantar .....	iv
Daftar Isi .....	vii
Daftar Tabel .....	xii
Daftar Gambar .....	xiv
Daftar Notasi .....	xvi
Daftar Lampiran .....	xix
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>I-1</b>
1.1. Latar Belakang .....	I-1
1.2. Maksud dan Tujuan .....	I-3
1.3. Batasan Masalah .....	I-3
1.4. Sistematika Penulisan .....	I-4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>II-1</b>
2.1. Tinjauan umum Perkerasan jalan Raya .....	II-1
2.1.1. Pengertian Perkerasan Jalan .....	II-1
2.1.2. Jenis Konstruksi Perkerasan .....	II-3
2.1.3. Pembebanan Pada perkerasan jalan .....	II-9
2.2. Agregat .....	II-11
2.2.1. Jenis-jenis Agregat .....	II-12

2.2.2. Agregat Kasar .....	II-15
2.2.3. Agregat Halus .....	II-16
2.2.4. Bahan Pengisi (Filler).....	II-17
2.2.5. Sifat-Sifat Fisik Agregat .....	II-19
2.2.6. Gradasi Agregat Gabungan .....	II-26
2.3. Aspal.....	II-28
2.3.1. Sifat-Sifat Kimiawi Aspal .....	II-29
2.3.2. Sifat-Sifat Fisik Aspal.....	II-30
2.3.3. Komposisi Aspal .....	II-32
2.3.4. Jenis-Jenis Aspal.....	II-33
2.3.5. Aspal Minyak .....	II-34
2.3.6. Viskositas Aspal.....	II-41
2.3.7. Hubungan Antara Temperatur Dan Volume Aspal.	II-41
2.4. Tinjauan Umum Campuran Beton Aspal .....	II-43
2.4.1. Lapis Tipis Aspal beton (Hot Rolled Sheet) .....	II-44
2.5. Karakteristik Beton Aspal.....	II-45
2.5.1. Sifat-Sifat Campuran Beton Aspal .....	II-49
2.5.2. Fungsi Campuran Beton Aspal .....	II-50
2.5.3. Perencanaan Campuran.....	II-50
2.6. Pengujian Campuran Dengan Marshall Test .....	II-51
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>III-1</b>
3.1. Diagram Alir Penelitian .....	III-1
3.2. Lokasi Material .....	III-3

3.3. Lokasi Penelitian .....	III-3
3.4. Waktu Pelaksanaan .....	III-3
3.5. Persiapan Peralatan dan Pengambilan sampel .....	III-3
3.5.1. Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus .....	III-3
3.5.2. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar .....	III-5
3.5.3. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus .....	III-7
3.6. Pemeriksaan Aspal .....	III-9
3.6.1. Pemeriksaan Berat Jenis Aspal .....	III-9
3.6.2. Pemeriksaan Titik Nyala dan Titik Bakar .....	III-12
3.6.3. Pemeriksaan Titik Lembek Aspal.....	III-13
3.6.4. Pemeriksaan Daktilitas .....	III-14
3.6.5. Pemeriksaan Penetrasi Aspal.....	III-16
3.6.6. Pemeriksaan Viskositas.....	III-18
3.7. Penentuan Jumlah dan Persiapan Benda Uji .....	III-19
3.7.1. Penentuan Jumlah Benda Uji .....	III-19
3.7.2. Rancangan agregat Gabungan.....	III-20
3.7.3. Pembuatan Benda Uji I untuk Penentuan Kadar Aspal Optimum .....	III-22
3.8. Pengujian Benda Uji I untuk Penentuan KAO .....	III-23

<b>BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>IV-1</b>
4.1. Rekapitulasi Hasil Pengujian .....	IV-1
4.1.1. Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan .....	IV-1
4.1.2. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Dan Penyerapan .....	IV-4
4.1.3. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Aspal Minyak .....	IV-6
4.2. Penentuan Proporsi Agregat Campuran .....	IV-6
4.3. Pembuatan Benda Uji untuk Penentuan Kadar Aspal Optimum .....	IV-9
4.3.1. Perkiraan Kadar Aspal Rencana (Pb) .....	IV-9
4.3.2. Penentuan Berat Agregat dan Berat Aspal Dalam Campuran .....	IV-10
4.3.3. Perhitungan Berat Jenis dan Penyerapan Campuran .....	IV-11
4.4. Data Uji Marshall Untuk Penentuan KAO .....	IV-12
4.4.1. Perhitungan Berat Agregat Dan Berat Aspal Menggunakan KAO Dengan Bahan Pengisi Abu Batu Dan Abu Terbang .....	IV-16
4.4.2. Data Hasil Uji Dengan Alat Marshall Yang Diperoleh Dengan Menggunakan KAO .....	IV-17
4.4.3. Analisis Pembahasan Hasil Pengujian Dengan Menggunakan Bahan Pengisi Abu Batu Dan Abu Terbang Pada Campuran Beton Aspal HRS-WC..	IV-19

4.4.4. Hubungan KAO Dengan Persentase Nilai IKS..... IV-26

**BAB V KESIMPULAN DAN SARAN ..... V-1**

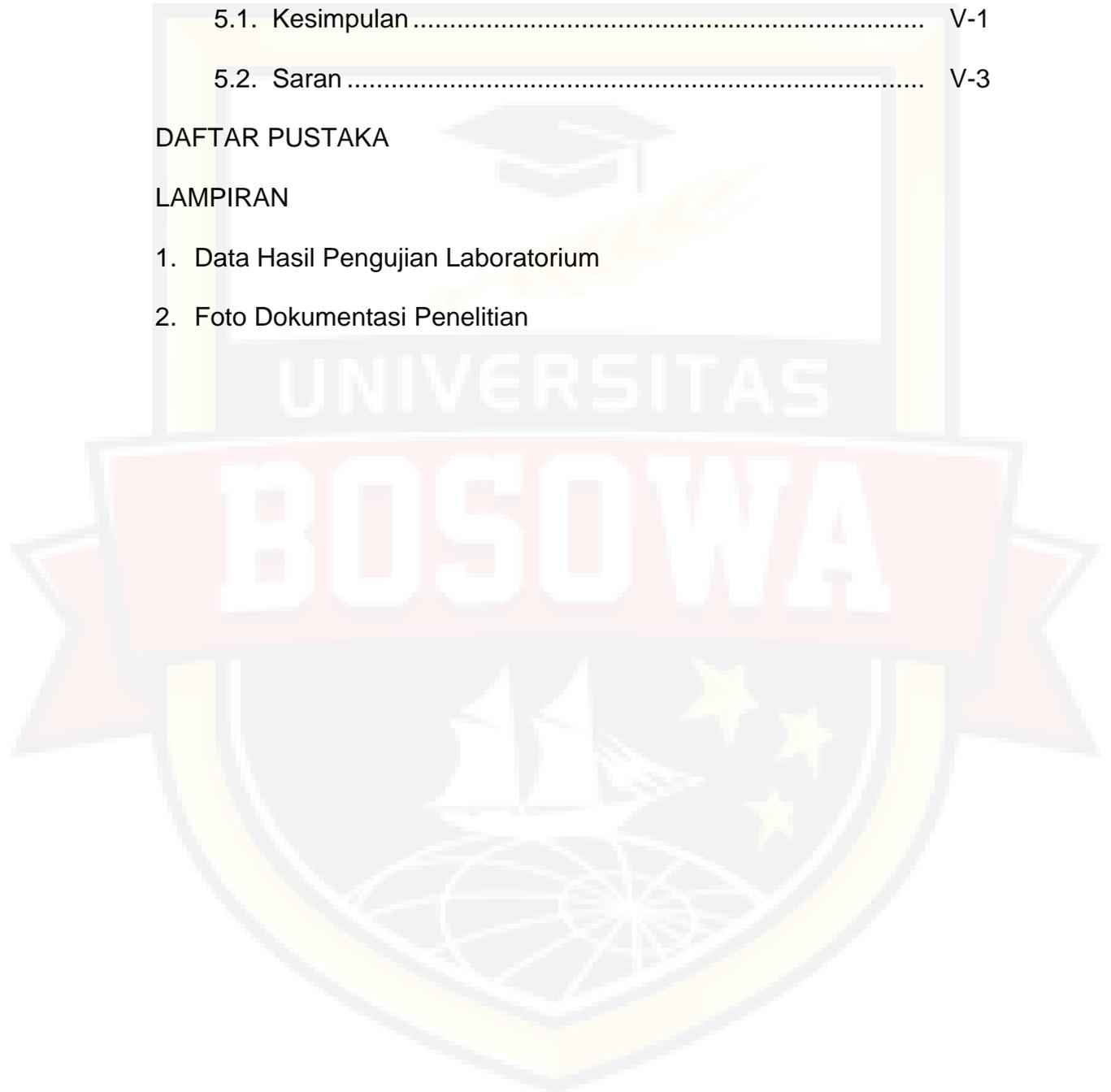
5.1. Kesimpulan ..... V-1

5.2. Saran ..... V-3

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

1. Data Hasil Pengujian Laboratorium
2. Foto Dokumentasi Penelitian



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Spesifikasi AASHTO Untuk Klasifikasi Tanah .....	II-4
Tabel 2.2. Ketentuan Agregat Kasar .....	II-16
Tabel 2.3. Ketentuan Agregat Halus .....	II-17
Tabel 2.4. Persyaratan Bahan pengisi (Filler) .....	II-18
Tabel 2.5. Amplop Gradasi Agregat gabungan Untuk campuran Aspal .....	II-27
Tabel 2.6. Spesifikasi AASHTO untuk Berbagai Nilai Penetrasi Aspal, AASHTO 20-70 (1990) .....	II-36
Tabel 2.7. Ketentuan-Ketentuan Untuk aspal Keras .....	II-37
Tabel 2.8. Metode Pemeriksaan Aspal .....	II-38
Tabel 2.9. Ketentuan Sifat-Sifat campuran Lataston (HRS) .....	II-45
Tabel 3.1. Perhitungan Benda Uji .....	III-19
Tabel 4.1. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar (Batu pecah 1-2) .....	IV-1
Tabel 4.2. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar (Batu Pecah 0,5-1) ...	IV-2
Tabel 4.3. Hasil Pemeriksaan Material Pasir .....	IV-2
Tabel 4.4. Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Abu Batu .....	IV-2
Tabel 4.5. Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Abu Terbang .....	IV-3
Tabel 4.6. Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Semen .....	IV-3
Tabel 4.7. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Dan Penyerapan Batu Pecah 1-2 .....	IV-4
Tabel 4.8. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Dan Penyerapan Batu Pecah 0,5-1 .....	IV-4

Tabel 4.9. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Dan Penyerapan

Material Pasir ..... IV-5

Tabel 4.10. Hasil Pemeriksaan berat jenis Dpenyerapan Material

Abu batu..... IV-5

Tabel 4.11. Hasil Pemeriksaan Aspal Penetrasi 60/70 ..... IV-6

Tabel 4.12. Penggabungan Agregat HRS-WC Standar ..... IV-8

Tabel 4.13. Rumus Komposisi Untuk Campuran HRS-WC Standar IV-10

Tabel 4.14. Berat Aspal Dan Agregat Pada Campuran Aspal

Panas HRS-WC Standar..... IV-10

Tabel 4.15. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Dan Penyerapan

Agregat Untuk Campuran HRS-WC Standar ..... IV-11

Tabel 4.16. Hasil Uji Marshall KAO Menggunakan Bahan

Pengisi Abu Batu Dan Abu terbang Dengan

Perendaman 30 Menit Pada Suhu 60°C ..... IV-18

Tabel 4.17. Hubungan KAO Dengan Persentase Nilai IKS

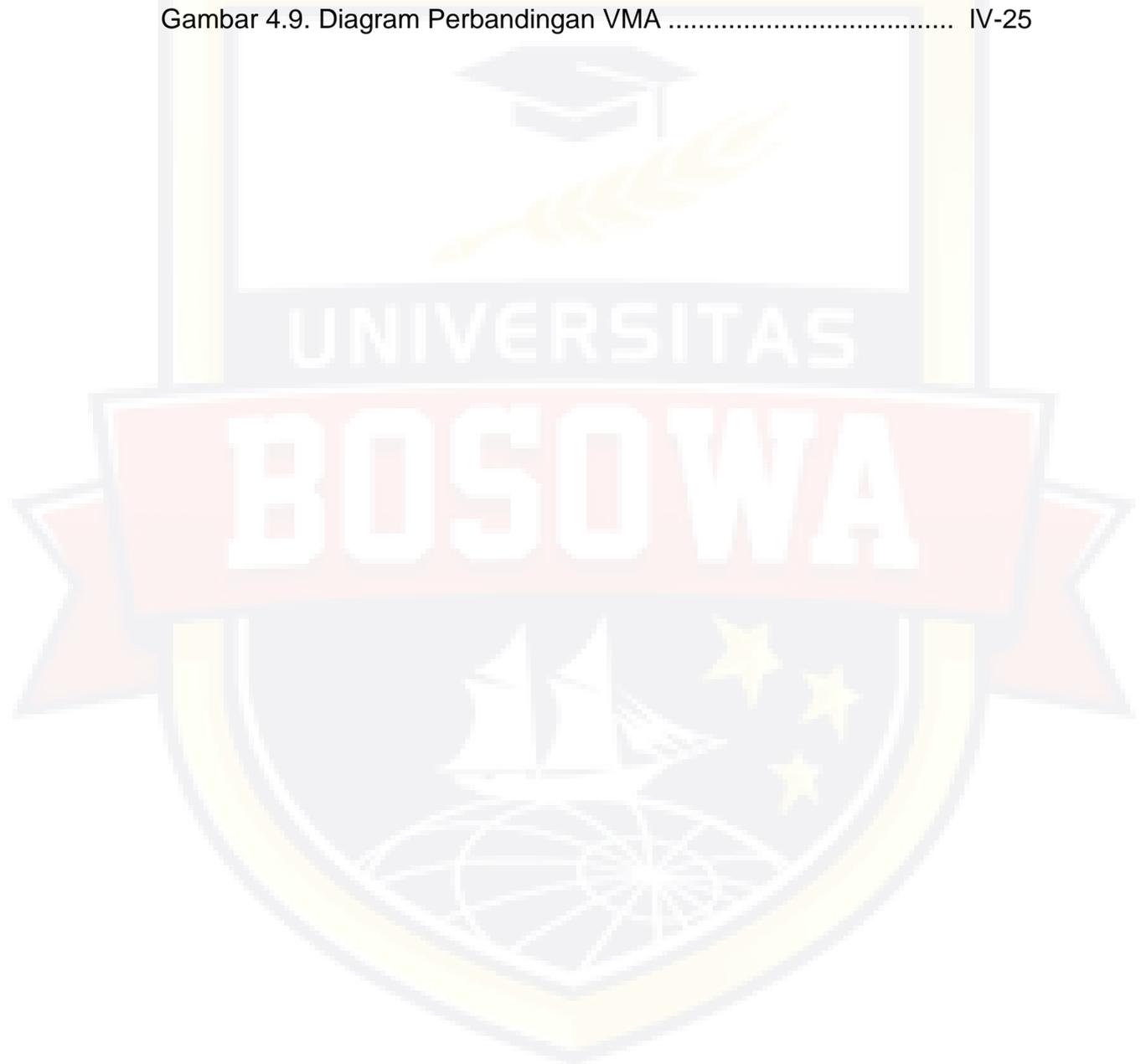
Beton Aspal HRS-WC Menggunakan Bahan Pengisi

Abu Batu dan Abu Terbang..... IV-26

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Susunan Lapis Perkerasan Kaku (Rigit Pavement) ....	II-8
Gambar 2.2. Susunan Lapis Perkerasan Lentur .....	II-8
Gambar 2.3. Susunan Lapis Perkerasan Komposit .....	II-9
Gambar 2.4. Distribusi Beban Roda Melalui Lapisan Perkerasan Jalan .....	II-10
Gambar 2.5. Contoh Tipikal Macam-Macam Gradasi Agregat .....	II-22
Gambar 2.6. Ilustrasi Komposisi Aspal Minyak.....	II-33
Gambar 2.7. Ilustrasi Gradasi Agregat.....	II-21
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian.....	III-1
Gambar 3.2. Satu Set Saringan.....	III-4
Gambar 3.3. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar .....	III-6
Gambar 3.4. Pengujian Berat Jenis Agregat Halus .....	III-9
Gambar 3.5. Pengujian Berat Jenis Aspal .....	III-11
Gambar 3.6. Pengujian Daktilitas .....	III-16
Gambar 3.7. Pengujian Penetrasi.....	III-18
Gambar 4.1. Grafik Gradasi Penggabungan Agregat HRS - WC ....	IV-8
Gambar 4.2. Grafik Hasil Marshall untuk Penentuan KAO .....	IV-14
Gambar 4.3. Diagram Perbandingan Kepadatan .....	IV-19
Gambar 4.4. Diagram Perbandingan Stabilitas.....	IV-20
Gambar 4.5. Diagram Perbandingan Flow.....	IV-21

Gambar 4.6. Diagram Perbandingan VIM.....	IV-22
Gambar 4.7. Diagram Perbandingan MQ .....	IV-23
Gambar 4.8. Diagram Perbandingan VFB .....	IV-24
Gambar 4.9. Diagram Perbandingan VMA .....	IV-25



## DAFTAR NOTASI

AASHTO	=	<i>American Association Of State Highway and Transportation Officials</i>
AC	=	<i>Asphalt Concrete</i>
AC - BC	=	<i>Asphalt Concrete Binder Course</i>
AC - Base	=	<i>Asphalt Concrete Base</i>
AC - WC	=	<i>Asphalt Concrete Wearing Course</i>
ASBUTON	=	Aspal Batu Buton
ASTM	=	<i>American Society For Testing and Materials</i>
Ba	=	Berat Benda Uji Kering Permukaan Jenuh di dalam Air
BFT	=	<i>Bitumen Film Thickness</i>
Bj	=	Berat Benda Uji Kering Permukaan Jenuh
Bk	=	Berat Benda Uji Kering Oven
cP	=	<i>Centipoise</i>
DMF	=	<i>Design Mix Formula</i>
EVA	=	<i>Ethylene Vinyl Acetate</i>
Filler	=	Berupa Abu batu Bahan Perkerasan Yang Lolos Saringan No. 200
Flow	=	Pelelehan
Ga	=	Berat Jenis Aspal
Gsa	=	Berat Jenis Semu
Gsb	=	Berat Jenis Curah dari Total Agregat

Gse	= Berat Jenis Efektif
H	= Hidrokarbon
HRS	= <i>Hot Rolled Sheet</i>
HRS - Base	= <i>Hot Rolled Sheet Base</i>
HRS - WC	= <i>Hot Rolled Sheet Wearing Course</i>
HRSS	= <i>Hot Roled sand Sheet</i>
HSMA	= <i>High Stiffnes Modulus Asphalt</i>
JMF	= <i>Job Mix Formula</i>
KAO	= Kadar Aspal Optimum
LATASTON	= Lapisan Tipis AspalBeton
LATASIR	= Lapisan Tipis Aspal Pasir
LASTON	= Lapisan Aspal Beton
LPA	= Lapis Pondasi Atas
LPB	= Lapis Pondasi Bawah
LTD	= <i>Lapis Tanah Dasar</i>
MC	= <i>Medium Curing Cut Back</i>
MPBJ	= Manual Pemeriksaan Bahan Jalan
MQ	= Marshall Quetiont( kg / mm )
Pa.s	= Pascal sekon
Pb	= Perkiraan Bitumen
Pba	= Penyerapan Aspal
Pen 60/70	= Penetrasi 60/70
RC	= <i>Rapid Curing</i>

RCC	=	<i>Residium Catalytic Cracking</i>
SBS	=	<i>Styrene Butadine Styrene</i>
SBR	=	<i>Styrene Butadine Rubber</i>
SC	=	<i>Slow Curing Cut Back</i>
SI	=	Standar Internasional
SIS	=	<i>Styrene Isoprene Styrene</i>
SMA	=	Split Mastic Asphalt
SNI	=	Standar Nasional Indonesia
SS	=	<i>Sand Sheet</i>
SSD	=	<i>Surface Saturated Dry</i>
VFB	=	<i>Voids Filled With Bitumen</i>
VIM	=	<i>Voids In Mixed (%)</i>
VMA	=	<i>Voids In Mineral Agregates (%)</i>
"	=	Ukuran Saringan Dalam Inchi

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran I : Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar dan Agregat Halus
- Lampiran II : Gradasi Penggabungan Agregat (*Combined Aggregate*)
- Lampiran III : Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar dan Halus
- Lampiran IV : Perhitungan Proporsi Campuran Aspal Panas HRS-WC untuk Variasi Kadar Aspal Penetrasi 60/70
- Lampiran V : Hasil Pengujian *Marshall Test* untuk Variasi Kadar Aspal Penetrasi 60/70
- Lampiran VI : Perhitungan Proporsi Campuran Aspal Panas HRS-WC untuk Kadar Aspal Optimum (KAO) Menggunakan Bahan Pengisi Abu batu Dan Abu Terbang
- Lampiran VII : Hasil Pengujian *Marshall Test* untuk KAO
- Lampiran VIII : Grafik Variasi Perendaman Abu Batu Dan Abu Terbang Pada Suhu 60°C Waktu 30 Menit
- Lampiran IX : Angka Korelasi Stabilitas
- Lampiran X : Foto Dokumentasi Penelitian

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang Masalah**

Indonesia merupakan salah satu negara yang berkembang, baik di bidang politik, ekonomi, sosial dan kebudayaan. Dengan kondisi kemajuan pembangunan dewasa ini dalam masalah transportasi khususnya bahan perkerasan jalan, Indonesia masih tergantung kepada aspal impor karena produksi aspal minyak dalam negeri masih kurang.

Sejalan dengan itu, karakteristik dan kekuatan aspal sebagai pengikat agregat berpengaruh terhadap kekuatan dan keawetan lapisan permukaan konstruksi jalan. Keawetan campuran beraspal dalam keadaan tertentu bisa mengakibatkan hilangnya kelekatan antara agregat dan aspal, sehingga terjadi pelepasan aspal dari permukaan agregat. Oleh karena itu durabilitas diperlukan pada lapisan permukaan agar lapisan mampu menahan keausan akibat pengaruh cuaca, air dan perubahan temperatur.

Dengan kondisi tersebut selain penampilan dari permukaan yang kurang memuaskan, juga masalah layanan yang tidak sesuai dengan umur rencana. Pemamfaatan Aspal di Indonesia dapat diterapkan secara meluas melalui program pembinaan jalan. Pada tahun 1980-an Bina Marga mengembangkan campuran Aspal yang dikenal dengan Lapis Tipis Aspal Beton atau Hot Roller Sheet yang diyakini dapat menghasilkan jalan

dengan kelenturan dan keawetan yang cukup baik. Campuran Aspal menjadi tahan retak, akan tetapi terjadi kerusakan berupa perubahan bentuk timbulnya alur plastis yang tidak dapat dihindarkan. Kerusakan jalan ini semakin parah dan berkembang dengan cepat terutama pada jalan – jalan dengan lalu lintas padat.

Hot Roller Sheet (HRS) merupakan campuran Aspal Beton menggunakan gradasi senjang dengan kandungan agregat kasar dan agregat halus dan memiliki kandungan Aspal tinggi, sehingga dibutuhkan mutu campuran beraspal yang baik. Penggunaan abu batu dan abu terbang diharapkan mampu meningkatkan mutu campuran beraspal, dimana fungsi abu batu dan abu terbang dapat berperan sebagai bahan pengisi campuran Aspal.

Dari uraian tersebut diatas menjadi latar belakang untuk mengadakan penelitian di laboratorium dan menuliskannya kedalam bentuk tugas akhir yang berjudul

***“PERBANDINGAN DURABILITAS CAMPURAN BETON ASPAL MENGGUNAKAN BAHAN PENGISI ABU BATU DAN ABU TERBANG PADA CAMPURAN ASPAL PANAS (HRS – WC) “***

## 1.2. Maksud dan Tujuan

➤ **Maksud :**

Untuk mengetahui perbandingan durabilitas campuran Beton Aspal menggunakan bahan pengisi Abu Batu dan Abu Terbang dengan menggunakan Aspal panas (HRS – WC).

➤ **Tujuan :**

Untuk menganalisa durabilitas campuran Beton Aspal menggunakan bahan pengisi Abu Batu dan Abu Terbang dengan menggunakan Aspal panas (HRS – WC).

## 1.3. Batasan Masalah

Penulisan skripsi ini dibatasi pada hal - hal sebagai berikut :

1. Pengujian dilakukan di laboratorium Aspal dan Bahan Jalan Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.
2. Jenis Aspal yang digunakan adalah Aspal Minyak penetrasi 60/70.
3. Agregat kasar dan halus yang di gunakan adalah agregat dari Bili-Bili ( Sungai Jeneberang ) Kab. Gowa dan Kab. Maros.
4. Bahan pengisi Abu Batu dan Abu Terbang adalah bahan pengisi yg lolos saringan no.200>75%.
5. Pengujian dilakukan dengan menggunakan Metode Marshall dan Volumetrik.

6. Pada pembuatan aspal standar digunakan semen sebagai bahan pengisi.

#### **1.4. Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan dalam tugas akhir ini terdiri dari lima bab yang berurutan sebagai berikut :

##### **BAB I : PENDAHULUAN**

Bab ini merupakan pendahuluan yang menguraikan maksud dan tujuan penulisan, batasan masalah serta sistematika penulisan.

##### **BAB II : KAJIAN PUSTAKA**

Bab ini membahas tentang teori – teori yang menyangkut penelitian.

##### **BAB III : METODE PENELITIAN**

Bab ini membahas tentang bagan alir penelitian, bahan, lokasi, dan waktu penelitian, metode pengambilan sampel, persiapan bahan campuran dan pembuatan benda uji.

##### **BAB IV : HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN**

Bab ini membahas tentang hasil rekapitulasi data, analisa rancangan campuran, hasil pengetesan benda uji serta pembahasan hasil penelitian.

## **BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini merupakan penutup untuk memberikan kesimpulan dan saran-saran yang diharapkan sesuai dengan tujuan dan manfaat penulisan.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Tinjauan Umum Perkerasan Jalan

##### 2.1.1. Pengertian Perkerasan Jalan

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah, atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel.

Perkerasan adalah suatu lapisan yang diletakkan diatas tanah dasar (*Subgrade*) yang telah dipadatkan.

Perkerasan jalan merupakan lapisan perkerasan yang terletak di antara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan yang berfungsi memberikan pelayanan kepada sarana transportasi dan selama masa pelayanannya diharapkan tidak terjadi kerusakan yang berarti, agar perkerasan jalan yang sesuai dengan mutu yang diharapkan, maka pengetahuan tentang sifat, pengadaan dan pengolahan dari bahan penyusun perkerasan jalan sangat diperlukan. (*Silvia Sukirman, 2003*)

Guna dapat memberikan rasa aman dan nyaman kepada pemakai jalan, maka konstruksi perkerasan jalan haruslah memenuhi syarat-syarat tertentu yang secara umum dapat dikelompokkan menjadi 2 kelompok yaitu :

## 1. Syarat Berlalu Lintas

Dipandang dari keamanan dan kenyamanan berlalu lintas, maka konstruksi perkerasan lentur harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :

- a. Permukaan yang rata, tidak bergelombang, tidak melendut dan tidak berlubang.
- b. Permukaan cukup kaku, sehingga tidak mudah berubah bentuk akibat beban yang bekerja di atasnya.
- c. Permukaan cukup kasar, memberikan gesekan yang baik antara ban dan permukaan jalan sehingga kendaraan tidak mudah selip.
- d. Permukaan tidak mengkilap, tidak silau jika terkena sinar matahari.

## 2. Syarat-Syarat Kekuatan/Struktural

Dipandang dari segi kemampuan memikul dan menyebarkan beban, maka konstruksi perkerasan jalan lentur harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :

- a. Ketebalan yang cukup sehingga mampu menyebarkan beban atau muatan lalu lintas ke tanah dasar.
- b. Kedap terhadap air, sehingga air tidak mudah meresap ke lapisan dibawahnya.
- c. Permukaan mudah mengalirkan air, sehingga air hujan yang jatuh di atasnya dapat cepat dialirkan.
- d. Kekakuan untuk memikul beban yang bekerja tanpa menimbulkan deformasi yang berarti. (*sumber: [www.Welkipedia.com/Search/perkerasan jalan](http://www.Welkipedia.com/Search/perkerasan_jalan)*)

### 2.1.2. Jenis Konstruksi Perkerasan

Perkerasan pada umumnya terdiri dari beberapa lapisan dengan mutu yang berbeda-beda dan secara umum konstruksi perkerasan jalan terdiri atas:

#### a. Tanah Dasar (*Subgrade*)

Tanah dasar (*Subgrade*) berfungsi sebagai tempat perletakan lapis perkerasan yang mempunyai peranan penting bagi konstruksi perkerasan jalan, oleh sebab itu tanah dasar harus dibentuk dan dipadatkan dengan baik. Tanah dasar ini merupakan badan jalan yang disiapkan sedemikian rupa sehingga cukup padat, kedap air, stabil, dan tidak retak pada saat musim panas dan tidak licin pada saat musim hujan. Adapun persoalan yang menyangkut tanah dasar yaitu:

- Perubahan bentuk tetap (deformasi permanen) dari jenis tanah tertentu akibat beban lalu lintas.
- Sifat mengembang dan menyusut dari tanah tertentu akibat perubahan kadar air.
- Daya dukung tanah yang tidak merata dan sukar ditentukan secara pasti pada daerah dengan jenis tanah yang sangat berbeda dengan sifat dan kedudukan geologinya atau akibat pelaksanaan.
- Tambahan pemadatan akibat pembebanan lalu lintas dan penurunan yang diakibatkannya, misalnya pada tanah berbutir yang tidak dipadatkan dengan baik.

Dari sifat-sifat dan gradasi butirannya, tanah dasar dapat dibedakan atas:

1. Tanah dasar berbutir kasar (*Cohesionless Subgrade*).
2. Tanah dasar berbutir halus (*Cohesion Subgrade*).
3. Tanahdasar dengan sifat kembang-susut yang besar (*High Swelling Subgrade*).

Cara untuk mengklasifikasikan tanah menurut sifat-sifatnya yaitu:

1. Cara AASHTO

Berdasarkan sistem ini, tanah diklasifikasikan sebagai berikut:

- A. Kelompok A-1, A-2 dan A-3 adalah tanah berbutir yang tidak lebih dari 35% bahan lolos saringan No.200.
- B. Kelompok A-4, A-5, A-6, dan A-7 adalah tanah berbutir halus yang lebih dari 35% bahan lolos saringan No.200.
- C. Kelompok A-8 adalah tanah gambut tidak diperlihatkan.

Tabel 2.1. Spesifikasi AASHTO untuk klasifikasi tanah

KLASIFIKASI UMUM	BAHAN BERBUTIR KASAR < 35% Lolos Saringan No. 200							BAHAN BERBUTIR HALUS > 35% Lolos Saringan No. 200			
	A - 1		A - 3	A - 2				A - 4	A - 5	A - 6	A - 7
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Analisa Saringan (% Lolos)											
No. 10	50 maks	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
No. 40	30 maks	50 maks	51 min	-	-	-	-	-	-	-	-
No.200	15 maks	25 maks	10 maks	35 maks	35 maks	35 maks	35 maks	36 min	36 min	36 min	36 min
Sifat Fraksi yang Lolos No. 40											
Batas Cair	-	-	-	40 maks	41 min	40 maks	41 min	40 maks	40 min	40 maks	41 min
Indeks Plastis	6 maks	Non Plastis		10 maks	10 maks	11 min	11 min	10 maks	10 maks	11 min	11 min
Jenis Umum	Frakmen batuan kerikil dan pasir		Pasir halus	Kerikil atau pasir kelanauan atau kelempungan				Tanah kelanauan		Tanah kelempungan	
Tingkat Umum Sebagai Tanah dasar	Sangat baik sampai baik							Cukup baik sampai buruk			

(Sumber: dikutip dari bahan kuliah Tanah Dasar oleh Ir. H. Abd. Rahim Nurdin, MT.)

Kelompok tanah A-7 dibagi lagi atas:

A-7-5 apabila  $IP < (LL-30)$

A-7-6 apabila  $IP > (LL-30)$

## 2. Cara USC (*Unified Soil Classification*)

Secara garis besar sistem ini membedakan tanah atas tiga kelompok besar, yaitu :

- A. Tanah berbutir kasar, < 50% lolos saringan No. 200 Butir-butir tanah ini dapat dilihat secara visual.
- B. Tanah berbutir halus, > 50% lolos saringan No. 200 Butir-butir tanah ini tidak dapat dilihat secara visual.
- C. Tanah organik, dikenal dari warna, bau dan sisa tumbuh-tumbuhan yang terkandung didalamnya.

Tanah berbutir kasar dibedakan lagi atas:

- A. Kerikil: Apabila lebih dari setengah bahan tertahan saringan No.4.
- B. Pasir: Apabila lebih dari setengah bahan lolos saringan No.4.

### b. Lapis Pondasi

Lapis pondasi yang biasanya terdiri dari lapis pondasi atas dan lapis pondasi bawah. Lapisan ini merupakan pondasi dari struktur perkerasan. Distribusi beban dan kekuatan struktur ditentukan pada lapisan ini.

- A. Lapis pondasi atas (*Base Course*) adalah bagian perkerasan yang terletak antara lapis permukaan dengan lapis pondasi bawah (atau dengan tanah dasar bila tidak menggunakan lapis pondasi bawah).

Adapun fungsi dari lapis pondasi atas yaitu:

1. Bagian perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban roda dan menyebarkan beban ke lapisan di bawahnya.

2. Lapisan peresapan untuk lapisan pondasi bawah.

3. Bantalan terhadap lapisan permukaan.

B. Lapis pondasi bawah (*Sub Base Course*) merupakan lapis perkerasan yang terletak antara lapis pondasi atas dan tanah dasar. Fungsi dari lapis pondasi bawah adalah:

1. Menyebarkan beban roda ke tanah dasar.

2. Lapis peresapan agar air tanah tidak berkumpul di pondasi.

3. Efisiensi penggunaan material. Material pondasi bawah lebih murah dari pada lapisan di atasnya.

4. Lapisan partikel-partikel halus dari tanah dasar naik ke lapisan pondasi atas.

c. Lapis Permukaan

Lapis permukaan adalah lapisan yang terletak pada bagian paling atas dari struktur perkerasan konstruksi jalan, yang merupakan lapisan yang berhubungan langsung dengan beban (roda kendaraan). Lapis permukaan ini sudah termasuk lapis aus, tetapi tidak jarang ada beberapa lapis permukaan yang ditambah lapisan aus khusus karena kontak langsung dengan beban kendaraan maka lapisan ini akan mengalami tekanan, geser dan bahkan torsi sekaligus sehingga lapisan ini selain harus kuat, juga harus stabil dan memiliki daya tahan yang cukup baik.

Lapisan permukaan berfungsi sebagai:

1. Lapisan perkerasan yang mempunyai stabilitas tinggi untuk menahan beban roda selama masa pelayanan.

2. Lapisan kedap air, agar air hujan yang jatuh di atasnya tidak meresap ke lapisan dibawahnya dan melemahkan lapisan-lapisan tersebut.
3. Lapisan aus (*Wearing Course*), lapisan yang langsung menderita gesekan akibat rem kendaraan sehingga mudah menjadi aus.
4. Lapisan yang menyebarkan beban ke lapisan bawah, sehingga dapat dipikul oleh lapisan lain.

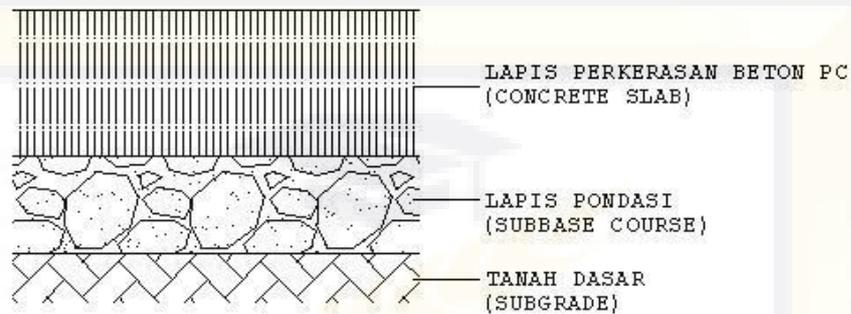
Berdasarkan fungsinya lapis permukaan terbagi atas:

1. Lapis nonstructural, sebagai lapis aus dan kedap air.
2. Lapis structural, sebagai lapis yang menahan dan menyebarkan beban roda.

Sedangkan berdasarkan jenis bahan pengikatnya, perkerasan jalan dapat dibedakan atas :

1. Perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) yaitu perkerasan yang menggunakan semen sebagai bahan pengikat. Pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan di atas tanah dasar dengan atau tanpa lapisan pondasi bawah, beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton. Dalam konstruksi perkerasan kaku, plat beton sering disebut sebagai lapis pondasi karena dimungkinkan masih adanya lapisan aspal beton di atasnya yang berfungsi sebagai lapis permukaan. Perkerasan beton yang kaku dan memiliki modulus elastisitas yang tinggi, akan mendistribusikan beban ke bidang tanah dasar yang cukup luas sehingga bagian terbesar dari kapasitas struktur perkerasan diperoleh dari plat beton sendiri. Hal ini berbeda

dengan perkerasan lentur dimana kekuatan perkerasan diperoleh dari tebal lapis pondasi bawah, lapis pondasi dan lapis permukaan.



Gambar 2.1.Susunan Lapis Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

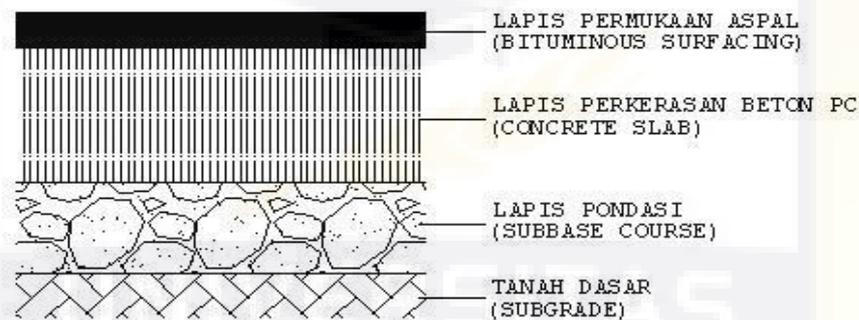
2. Perkerasan lentur (*Flexible Pavement*) yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapis-lapis perkerasan bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.



Gambar 2.2.Susunan Lapis Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

3. Perkerasan komposit (*Composite Pavement*) merupakan gabungan konstruksi perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) dan lapisan perkerasan lentur (*Flexible Pavement*) di atasnya, dimana kedua jenis perkerasan ini bekerja sama dalam memikul beban lalu lintas. Untuk ini maka perlu ada persyaratan ketebalan perkerasan aspal agar mempunyai kekakuan yang cukup serta dapat mencegah retak

refleksi dari perkerasan beton di bawahnya. Konstruksi ini umumnya mempunyai tingkat kenyamanan yang lebih baik bagi pengendara dibandingkan dengan konstruksi perkerasan beton semen sebagai lapis permukaan tanpa aspal.

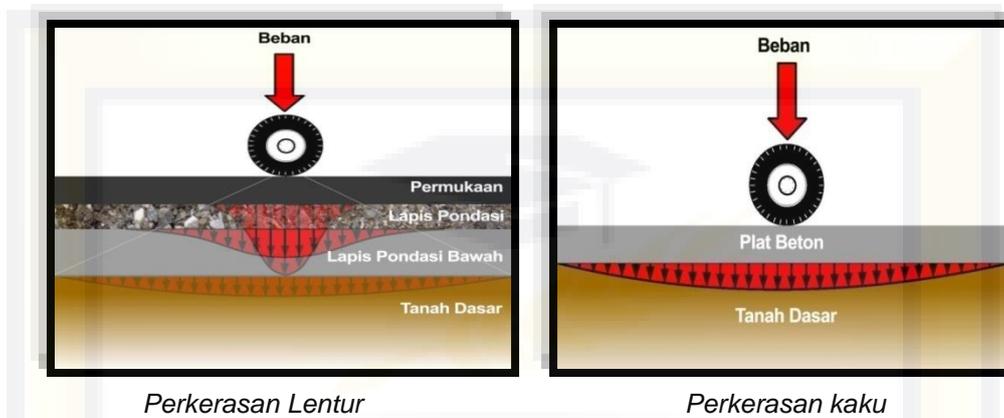


Gambar 2.3. Susunan Lapis Perkerasan Komposit (*Composite Pavement*)

### 2.1.3. Pembebanan Pada Perkerasan Jalan

Kendaraan pada posisi berhenti di atas struktur yang diperkeras menimbulkan beban langsung pada arah vertikal (tegangan statis) yang terkonsentrasi pada bidang kontak yang kecil antara roda dan perkerasan. Ketika kendaraan bergerak, timbul tambahan tegangan dinamis pada arah horisontal akibat akselerasi pergerakan kendaraan serta pada arah vertikal akibat pergerakan kendaraan ke atas dan ke bawah karena perkerasan yang tidak rata. Intensitas tegangan statis dan dinamis terbesar terjadi di permukaan perkerasan dan terdistribusi dengan bentuk piramida dalam arah vertikal pada seluruh ketebalan struktur perkerasan. Peningkatan distribusi tegangan tersebut mengakibatkan tegangan semakin kecil sampai permukaan lapis tanah dasar.

Untuk memperjelas hal tersebut maka ditampilkan pada Gambar 2.4 berikut ini.



Gambar 2.4. Distribusi beban roda melalui lapisan perkerasan jalan  
(Sumber : dikutip dari bahan kuliah Rekayasa Tanah Dan Perkerasan Jalan Raya oleh Ir. H. Abd. Rahim Nurdin, MT.)

Mekanisme retak yang terjadi di lapangan terjadi karena adanya gaya tarik yang ditandai dengan adanya retak awal pada bagian bawah perkerasan yang mengalami deformasi kemudian retak ini lama kelamaan akan menjalar kepermukaan perkerasan jalan yang dapat mengakibatkan kerusakan dan ketidaknyamanan.

Banyak hal yang menyebabkan rusaknya perkerasan jalan, salah satunya adalah karena beban tarik. Beban tarik sering menyebabkan adanya retak, terutama diawali dengan adanya retak awal (*crack initiation*) pada bagian bawah lapisan perkerasan yang kemudian akan menjalar ke permukaan. Untuk mengetahui karakteristik material perkerasan lentur dilapangan mulai dikembangkan dengan analisa di laboratorium agar tercapai mix desain yang tepat.

Beban lalu lintas yang bekerja di atas konstruksi perkerasan dapat dibedakan menjadi:

- a. Muatan kendaraan yang berupa gaya vertikal.
- b. Gaya rem atau gaya inersia percepatan pada kendaraan berupa gaya horizontal.
- c. Pukulan roda kendaraan berupa getaran-getaran.

Oleh karena sifat penyebaran gaya maka muatan yang diterima oleh masing-masing lapisan berbeda dan semakin ke bawah semakin kecil. Lapisan permukaan harus mampu menerima seluruh jenis gaya yang bekerja, lapis pondasi atas menerima gaya vertikal dan getaran, sedangkan tanah dasar dianggap hanya menerima gaya vertikal saja.

## **2.2. Agregat**

Agregat atau batu atau granular adalah material berbutir yang keras dan kompak. Agregat adalah bahan yang berbutir yang mempunyai komposisi mineral seperti pasir, kerikil, batu pecah, abu batu atau komposisi mineral-mineral lainnya, baik berupa hasil alam maupun hasil pengolahan pabrik pemecah batu (stone crusher) yang merupakan bahan utama untuk konstruksi jalan, adukan beton, pondasi dan lain- lain.

Agregat mempunyai peranan yang sangat penting dalam prasarana transportasi, khususnya dalam hal ini pada perkerasan jalan. Daya dukung perkerasan jalan ditentukan sebagian besar oleh karakteristik agregat yang digunakan. Pemilihan agregat yang tepat dan memenuhi

persyaratan akan sangat menentukan dalam keberhasilan pembangunan atau pemeliharaan jalan.

Agregat merupakan elemen perkerasan jalan yang mempunyai kandungan 90-95% acuan berat, dan 75-85% acuan volume dari komposisi perkerasan sehingga otomatis menyumbang faktor kekuatan utama dalam perkerasan jalan dimana digunakan bahan pengikat aspal yang sangat dipengaruhi oleh mutu agregat.

Salah satu faktor penentu kemampuan perkerasan jalan dalam memikul beban lalu lintas dan daya tahan terhadap cuaca adalah sifat agregat. Sifat agregat menentukan kualitasnya sebagai bahan material perkerasan jalan, sehingga diperlukan pemeriksaan terhadap sifat-sifat fisik dari material. Dalam hal ini yang perlu untuk dilakukan pemeriksaan adalah gradasi, kebersihan, kekerasan dan ketahanan agregat, bentuk butir, tekstur permukaan, porositas, kemampuan untuk menyerap air, berat jenis, dan daya pelekatan dengan aspal. (Sumber: *Manual Pekerjaan Campuran Baraspal Panas, Departemen Pekerjaan Umum, 2008*)

### **2.2.1. Jenis-jenis Agregat**

Ditinjau dari asal kejadiannya agregat/batuan dapat dibedakan atas batuan beku (*igneous rock*), batuan sedimen dan batuan metamorf atau batuan malihan.

#### **1. Batuan Beku**

Batuan beku berasal dari magma yang mendingin dan memadat. Pada dasarnya ada dua jenis batuan yakni batuan beku dalam dan batuan

beku luar. Batuan beku dalam terbentuk dari magma yang terjebak dalam patahan kulit bumi yang kemudian mendingin dan membeku membentuk suatu struktur kristal. Contoh dari batuan ini adalah granit, diorit dan gabbro. Sedangkan batuan beku luar terbentuk dari magma yang keluar ke permukaan bumi selama aktivitas erupsi vulkanis dan aktivitas geologi lainnya.

## 2. Batuan Sedimen

Ada dua istilah yang dipakai pada batuan sedimen yaitu batuan silika dan karbonat. Batuan sedimen silika adalah batuan sedimen yang banyak mengandung silika, sedangkan batuan sedimen banyak mengandung kalsium karbonat atau disebut batuan sedimentasi karbonat. Berdasarkan cara terbentuknya batuan sedimen terbagi tiga yakni, batuan sedimen yang terbentuk secara mekanis, kimiawi dan secara organis.

## 3. Batuan Metamorf

Batuan metamorf atau dikenal juga dengan nama batuan malihan, berasal dari batuan sedimen atau batuan beku yang telah mengalami perubahan karena tekanan dan panas yang intensif di dalam bumi atau akibat reaksi kimia yang kuat. Karena kompleksnya proses pembentukan formasi batuan ini maka agak sulit untuk menentukan bentuk asli batuanannya. (Sumber :Manual Pekerjaan Campuran Baraspal Panas Departemen Pekerjaan Umum,2008)

Berdasarkan proses pengolahannya, agregat untuk campuran beraspal dapat dibedakan atas dua jenis yaitu:

## 1. Agregat Alam (*Natural aggregates*)

Agregat alam adalah agregat yang digunakan dalam bentuk alamiahnya dengan sedikit atau tanpa pemrosesan sama sekali, agregat ini terbentuk dari proses erosi alamiah atau proses pemisahan akibat angin, air, pergeseran es dan reaksi kimia. Aliran gletser dapat menghasilkan agregat dalam bentuk bongkahan bulat dan batu kerikil, sedangkan aliran air menghasilkan batuan yang bulat licin. Dua jenis utama dari agregat alam yang di gunakan untuk konstruksi jalan adalah pasir dan kerikil. Pasir biasa didefinisikan sebagai agregat yang lebih kecil dari 6,35 mm tetapi lebih besar dari 0,075 mm dan kerikil didefinisikan agregat yang berukuran lebih besar 6,35 mm. Sedangkan partikel yang lebih kecil dari 0,075 mm disebut sebagai mineral pengisi (*filler*).

## 2. Agregat yang diproses

Agregat yang diproses adalah batuan yang telah dipecah dan disaring sebelum digunakan. Pemecahan agregat dilakukan karena tiga alasan yaitu untuk merubah tekstur permukaan partikel dari licin ke kasar, untuk merubah bentuk partikel dari bulat ke angular dan untuk mengurangi serta meningkatkan distribusi dan rentang ukuran partikel. Untuk batuan krakal yang besar, tujuan pemecahan batuan krakal ini adalah untuk mendapatkan ukuran batu yang dapat dipakai, selain itu juga untuk merubah bentuk dan teksturnya. Penyaringan yang di lakukan pada agregat yang telah di pecahkan akan menghasilkan partikel agregat dengan rentang gradasi tertentu.

### 3. Agregat Buatan

Agregat ini didapatkan dari proses kimia atau fisika dari beberapa material sehingga menghasilkan suatu material baru yang sifatnya menyerupai agregat, salah satu contohnya adalah Slag. Batuan ini adalah substansi nonmetalik yang didapat dari hasil sampingan produksi yang timbul ke permukaan dari pencairan/peleburan biji besi selama proses peleburan. Beberapa jenis dari agregat ini merupakan hasil sampingan dari proses industri dan dari proses material yang disengaja diproses agar dapat digunakan sebagai agregat atau sebagai mineral pengisi (*filler*). (Sumber : *Manual Pekerjaan Campuran Baraspal Panas, Departemen Pekerjaan Umum, 2008*)

Berdasarkan ukuran partikelnya, agregat dapat dibedakan atas :

1. Agregat Kasar
2. Agregat Halus
3. Bahan pengisi/Filler

#### **2.2.2. Agregat Kasar**

Agregat kasar adalah agregat yang tertahan saringan No.8 (2,36 mm). Agregat kasar yang digunakan dapat berupa batu pecah atau kerikil yang berada dalam kondisi kering, bersih dari lempung dan kotoran-kotoran serta bahan-bahan organik lainnya yang dapat mempengaruhi kekuatan dari agregat. Pada campuran AC-WC dan AC-BC kedudukan agregat kasar hanya mengambang (*Floating*) dan ini dimaksudkan agar agregat kasar sebagai bahan tambahan akan memberikan pengaruh pada

campuran yaitu menurunkan penggunaan kadar aspal, mengurangi ruang kosong (*void*) dalam campuran. Adapun persyaratan agregat kasar dapat dilihat pada tabel 2.2 berikut:

Tabel 2.2. Ketentuan Agregat Kasar

Pengujian		Standar	Nilai
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan natrium dan magnesium sulfat		SNI 3407:2008	Maks.12 %
Abrasi dengan mesin Los Angeles <sup>1)</sup>	Campura AC bergradasi kasar	SNI 2417:2008	Maks. 30%
	Semua jenis campuran aspal bergradasi lainnya		Maks. 40%
Kelekatan agregat terhadap aspal		SNI 2439:2011	Min. 95 %
Angularitas (kedalaman dari permukaan <10 cm)		DoT's Pennsylvania TestMethod, PTM No.621	95/90 <sup>2)</sup>
Angularitas (kedalaman dari permukaan ≥ 10 cm)			80/75 <sup>2)</sup>
Partikel Pipih dan Lonjong		ASTM D4791 Perbandingan 1 :5	Maks. 10 %
Material lolos Ayakan No.200		SNI 03-4142-1996	Maks. 1 %

(Sumber: Spesifikasi Umum Edisi 2010 (Revisi 2) Kementerian PU Direktorat Jendral Bina Marga)

### 2.2.3. Agregat Halus

Agregat halus adalah agregat yang lolos saringan No. 8 (2,36 mm). Agregat halus terdiri dari bahan-bahan berbidang kasar bersudut tajam dan bersih dari kotoran atau bahan-bahan yang tidak dikehendaki. Karakteristik agregat halus yang menjadi tumpuan bagi kekuatan campuran aspal terletak pada jenis, bentuk, dan tekstur permukaan dari agregat dan menjadi peranan penting dalam pengontrolan daya tahan terhadap deformasi, tetapi penambahan daya tahan ini diikuti pula dengan

penurunan daya tahan campuran secara keseluruhan jika melebihi proporsi yang diisyaratkan. Adapun persyaratan agregat halus dapat dilihat pada tabel 2.3 berikut:

Tabel 2.3. Ketentuan Agregat Halus

Pengujian	Standar	Nilai
Nilai Setara Pasir	SNI 03-4428-1997	Min 60%
Kadar Lempung	SNI 3423 : 2008	Maks 1%
Angularitas (kedalaman dari permukaan < 10 cm)	SNI 03-6877-2002	Min. 45
Angularitas (kedalaman dari permukaan $\geq$ 10 cm)		Min. 40

(Sumber: Spesifikasi Umum Edisi 2010(Revisi 2) Kementerian PU Direktorat Jendral Bina Marga)

#### 2.2.4. Bahan Pengisi (*Filler*)

Bahan pengisi yang merupakan mikro agregat ini harus lolos saringan No. 200 (0,075 mm). Bahan pengisi dapat terjadi secara alamiah atau dapat juga dihasilkan dari proses pemecahan batu atau dari proses buatan.

Fungsi bahan pengisi adalah untuk meningkatkan kekentalan bahan bitumen dan untuk mengurangi sifat rentan terhadap temperatur. Keuntungan lain dengan adanya bahan pengisi adalah karena banyak terserap dalam bahan bitumen maka akan menaikkan volumenya.

Bahan pengisi (*filler*) berperan dalam campuran aspal dengan dua macam cara, yaitu pertama *filler* sebagai modifikasi dari gradasi pasir yang menimbulkan kepadatan campuran dengan lebih banyak titik kontak antara butiran partikel, hal ini akan mengurangi jumlah aspal yang akan

mengisi rongga-rongga yang tersisa didalam campuran. Sedangkan peran kedua adalah suatu cara yang baik untuk mempengaruhi kinerja *filler* dengan mempertimbangkan proporsi yang menguntungkan dari komposisi agregat halus, *filler* dan aspal didalam mortar, selanjutnya sifat-sifat mortar ini tergantung pada sifat asli dari pasir, jumlah takaran dalam campuran aspal serta *viskositas* pasta atau bahan pengikat yang digunakan. Adapun persyaratan filler dapat dilihat pada tabel 2.4 berikut:

Tabel 2.4. Persyaratan Bahan Pengisi (filler)

Sifat-sifat	Metoda Pengujian	Persyaratan
Berat butiran yang lolos ayakan 75 mikron	SNI.03-4142-1996	≥ 75 %

(Sumber : Manual Pekerjaan Campuran Baraspal Panas, Departemen Pekerjaan Umum,2008)

Bahan pengisi terdiri atas beberapa macam, diantara lain :

#### 1. Abu batu

Abu batu merupakan agregat buatan. Agregat yang merupakan mineral filler/pengisi (partikel dengan ukuran < 0,075 mm), diperoleh dari hasil sampingan pabrik-pabrik semen atau mesin pemecah batu. Material jenis ini banyak dibutuhkan untuk campuran dalam proses campuran beton aspal dan bisa digunakan sebagai bahan pengganti filler. Abu batu terdiri dari partikel-partikel halus, gradasi dan kehalusan abu batu dapat memenuhi persyaratan gradasi untuk mineral filler. Penggunaa filler pada campuran aspal beton adalah untuk mengisi rongga dalam campuran, untuk mengikatkan daya ikat aspal beton, dapat meningkatkan stabilitas dari campuran aspal beton.

## 2. Abu terbang (Abu Sekam)

Filler adalah kumpulan mineral yang sebagian besar lolos saringan No. 200. Fungsi dari filler adalah sebagai bahan pengisi rongga-rongga antar agregat (kasar) yang diharapkan dapat meningkatkan kerapatan dan memperkecil permeabilitas dari campuran.

Disamping ukurannya yang harus relatif halus, bahan *filler* harus memiliki sifat-sifat tertentu seperti bersifat sementasi jika terkena air dan memiliki daya rekat yang tinggi dengan agregat lainnya (**Mutohar, Y., 2002**). Diantara bahan-bahan yang memiliki sifat sementasi jika terkena air dan banyak dipakai sebagai bahan *filler* adalah abu batu (*rock ash*), abu terbang (*fly ash*), *gypsum*, *portland cement* (PC), abu genteng dan lainnya.

Dari hasil penelitian yang sudah pernah dilakukan (**Muntohar A. S. dan B. Hantoro, 2001**), abu sekam diyakini memiliki sifat-sifat yang baik sebagai *filler* pematat karena memiliki sifat sementasi, disamping ukuran butirannya yang relatif kecil (lolos No.200). Beberapa keuntungan yang jelas terlihat dari abu sekam sebagai bahan *filler* diantaranya keberlimpahan sekam sebagai residu padi memberikan prospek bagi pengadaan bahan *filler* yang relatif murah dibanding dengan bahan lain yang relatif mahal dan biasanya sulit didapat.

### 2.2.5. Sifat-Sifat Fisik Agregat

Pada campuran beraspal, agregat memberikan kontribusi terbesar terhadap berat dan volume campuran, sehingga sifat-sifat fisik agregat

merupakan salah satu faktor penentu terhadap mutu serta kualitas campuran. Untuk itu sifat-sifat agregat harus diperiksa dan diuji antara lain

#### 1. Ukuran Butir

Ukuran agregat dalam suatu campuran beraspal terdistribusi dari yang berukuran besar sampai yang terkecil. Semakin besar ukuran maksimum agregat yang dipakai semakin banyak variasi ukurannya dalam campuran tersebut. Ada dua istilah yang biasa digunakan berkaitan dengan ukuran butir agregat yaitu :

- a. Ukuran maksimum, yang didefinisikan sebagai ukuran saringan terkecil yang meloloskan 100% agregat.
- b. Ukuran nominal maksimum, yang didefinisikan sebagai ukuran saringan terbesar yang masih menahan maksimum dari 10% agregat.

#### 2. Gradasi Agregat

Gradasi agregat adalah susunan butir agregat sesuai ukurannya. Ukuran butir agregat dapat diperoleh melalui pemeriksaan analisis saringan. Satu set saringan umumnya terdiri dari saringan berukuran 4 inci, 3½inci, 3inci, 2½inci, 2inci, 1½inci, 1inci, ¾ inci, ½ inci, 3/8 inci, No.4, No.8, No.16, No.30, No.50, No.100, No. 200. Ukuran saringan dalam ukuran panjang menunjukkan ukuran bukaan, sedangkan nomor saringan menunjukkan banyaknya bukaan dalam 1 inci persegi.

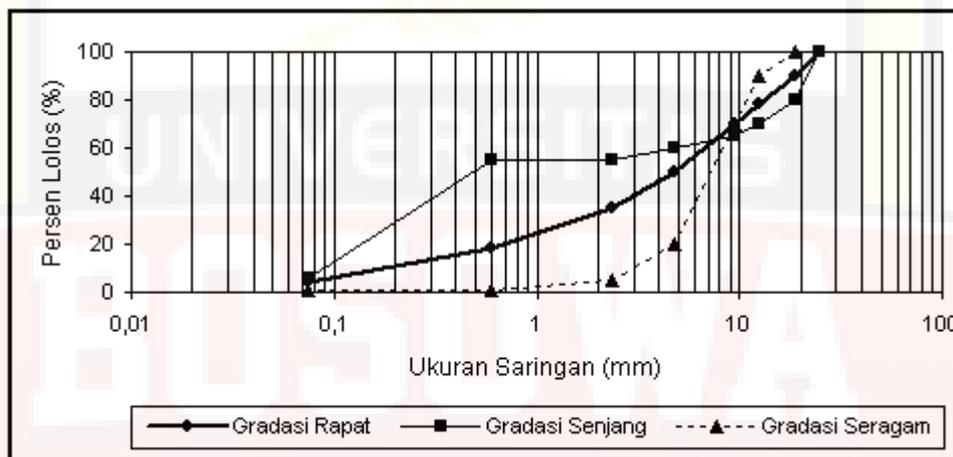
Seluruh spesifikasi perkerasan mensyaratkan bahwa partikel agregat harus berada dalam rentang ukuran tertentu dan masing-masing ukuran partikel harus berada dalam proporsi tertentu. Distribusi dari variasi

ukuran agregat ini disebut gradasi agregat. Gradasi agregat mempengaruhi besarnya rongga dalam campuran dan menentukan workabilitas (sifat mudah dikerjakan) dan stabilitas campuran. Gradasi agregat dinyatakan dalam persentase berat masing-masing contoh yang lolos pada saringan tertentu. Persentase ini dilakukan dengan menimbang agregat yang lolos atau tertahan pada masing-masing saringan. Gradasi agregat dapat dibedakan atas:

1. Gradasi Seragam (*Uniform Graded*) / Gradasi Terbuka (*Open Graded*)  
Adalah gradasi agregat dengan ukuran yang hampir sama. Gradasi seragam disebut juga gradasi terbuka (*open graded*) karena hanya mengandung sedikit agregat halus sehingga terdapat banyak rongga/ruang kosong antar agregat. Campuran beraspal yang dibuat dengan gradasi ini bersifat porus atau memiliki permeabilitas yang tinggi, stabilitas rendah dan memiliki berat isi yang kecil.
2. Gradasi Rapat (*Dense Graded*)  
Adalah gradasi agregat dimana terdapat butiran dari agregat kasar sampai halus, sehingga sering juga disebut gradasi menerus atau gradasi baik (*well graded*). Campuran dengan gradasi ini memiliki stabilitas yang tinggi, agak kedap air dan memiliki berat isi yang besar.
3. Gradasi Senjang (*Gap Graded*)  
Adalah gradasi agregat dimana ukuran agregat yang ada tidak lengkap atau ada fraksi agregat yang tidak ada atau jumlahnya sedikit sekali, oleh sebab itu gradasi ini disebut gradasi senjang (*gap graded*).

Campuran agregat dengan gradasi ini memiliki kualitas peralihan dari gradasi seragam dan gradasi rapat.

Semua lapisan perkerasan lentur membutuhkan agregat yang terdistribusi dari besar sampai kecil. Semakin besar ukuran maksimum partikel agregat yang digunakan semakin banyak variasi ukuran dari besar sampai kecil yang dibutuhkan.



Gambar 2.5. Contoh tipikal macam-macam gradasi agregat  
(Sumber, dikutip dari bahan kuliah Agregat oleh Ir. H. Abd. Rahim Nurdin, MT.)

### 3. Kebersihan Agregat

Dalam spesifikasi biasanya memasukkan syarat kebersihan agregat dengan memberikan suatu batasan jenis dan jumlah material yang tidak diperlukan, seperti lumpur, tanaman dan lain sebagainya, yang melekat pada agregat, karena akan memberikan pengaruh yang jelek pada kinerja perkerasan seperti berkurangnya ikatan antara aspal dengan agregat yang disebabkan karena banyaknya kandungan lempung pada agregat tersebut.

#### 4. Kekerasan (Toughness)

Agregat yang nantinya digunakan sebagai lapis permukaan haruslah lebih keras (lebih tahan) dari agregat yang digunakan pada lapisan dibawahnya. Hal ini disebabkan karena permukaan pekerasan akan menerima dan menahan tekanan dan benturan dari beban lalu-lintas paing besar.

#### 5. Bentuk Butir Agregat

Agregat memiliki bentuk butir dari bulat (*rounded*) dan bersudut (*angular*). Bentuk butir agregat dapat mempengaruhi workabilitas campuran perkerasan pada saat penghamparan, yaitu dalam hal energi pemadatan yang dibutuhkan untuk memadatkan campuran, dan untuk kekuatan struktur perkerasan selama umur pelayanannya. Bentuk partikel agregat yang bersudut memberikan ikatan antara agregat (agregat interlocking) yang baik yang dapat menahan perpindahan (*displacement*) agregat yang mungkin terjadi. Agregat yang bersudut tajam, berbentuk kubikal dan agregat yang memiliki lebih dari satu bidang pecah akan menghasilkan ikatan antar agregat yang paling baik.

Dalam campuran beraspal, penggunaan agregat yang bersudut saja atau bulat saja tidak akan menghasilkan campuran beraspal yang baik. Kombinasi penggunaan kedua bentuk partikel ini sangat dibutuhkan untuk menjamin kekuatan pada struktur perkerasan dan workabilitas yang baik dari campuran tersebut.

## 6. Tekstur Permukaan Agregat

Permukaan agregat yang kasar akan memberikan kekuatan pada campuran beraspal karena kekasaran permukaan agregat dapat menahan agregat tersebut dari pergeseran atau perpindahan. Kekasaran permukaan agregat juga akan memberikan tahanan gesek yang kuat pada roda kendaraan sehingga meningkatkan keamanan kendaraan terhadap slip.

Agregat dengan permukaan yang kasar memiliki koefisien gesek yang tinggi yang membuat agregat tersebut sulit untuk berpindah tempat sehingga akan menurunkan workabilitasnya. Oleh sebab itu penggunaan agregat bertekstur halus dengan proporsi tertentu kadang-kadang dibutuhkan untuk membantu meningkatkan workabilitasnya. Di lain pihak film aspal lebih mudah merekat pada permukaan yang kasar sehingga akan menghasilkan ikatan yang baik antara aspal dan agregat.

## 7. Daya Serap Agregat (Absorption)

Keporusan agregat menentukan banyaknya zat cair yang dapat diserap agregat. Kemampuan agregat untuk menyerap air dan aspal adalah suatu informasi yang penting yang harus diketahui dalam pembuatan campuran beraspal. Jika daya serap agregat sangat tinggi, agregat ini akan terus menyerap aspal baik pada saat maupun setelah proses pencampuran agregat dengan aspal di unit pencampur aspal (AMP). Hal ini akan menyebabkan aspal yang berada pada permukaan

agregat yang berguna untuk mengikat partikel agregat menjadi lebih sedikit sehingga akan menghasilkan film aspal yang tipis.

Oleh karena itu, agar campuran yang dihasilkan tetap baik agregat yang porus memerlukan aspal yang lebih banyak dibandingkan dengan yang kurang porus. Agregat dengan keporusan atau daya serap yang tinggi biasanya tidak digunakan, tetapi untuk tujuan tertentu pemakaian agregat ini masih dapat dibenarkan asalkan sifat lainnya dapat terpenuhi. Meskipun demikian perbedaan berat jenis harus di koreksi mengingat semua perhitungan didasarkan pada persentase berat bukan volume. Contoh material seperti batu apung yang memiliki keporusan tinggi yang digunakan karena ringan dan tahan terhadap abrasi.

#### 8. Kelekatan Terhadap Aspal

Kelekatan agregat terhadap aspal adalah kecenderungan agregat untuk menerima, menyerap dan menahan film aspal. Agregat hidrophobik (tidak menyukai air) adalah agregat yang memiliki sifat kelekatan terhadap aspal yang tinggi, contoh dari agregat ini adalah batu gamping dan dolomit. Sebaliknya, agregat hidrophilik (suka air) adalah agregat yang memiliki kelekatan terhadap aspal yang rendah. Sehingga agregat jenis ini cenderung terpisah dari film aspal bila terkena air. Kuarsit dan beberapa jenis granit adalah contoh agregat hidrophilik.

Ada beberapa metode uji untuk menentukan kelekatan agregat terhadap aspal dan kecenderungannya untuk mengelupas (*stripping*). Salah satu diantaranya dengan merendam agregat yang telah terselimuti

aspal kedalam air, lalu diamati secara visual. Tes lainnya adalah dengan melakukan perendaman mekanik. Tes ini menggunakan 2 contoh campuran, satu direndam dalam air dan diberikan energi mekanik dengan cara pengadukan dan satunya lagi tidak. Kemudian kedua contoh ini diuji kekuatannya. Perbedaan kekuatan antara keduanya dapat dipakai sebagai indikator untuk dapat mengetahui kepekaan agregat terhadap pengelupasan. (Sumber : dikutip dari manual pekerjaan campuran beraspal panas, Departemen Pekerjaan Umum, 2008)

#### **2.2.6. Gradasi Agregat Gabungan**

Gradasi agregat gabungan untuk campuran aspal, ditunjukkan dalam persen terhadap berat agregat dan bahan pengisi, harus memenuhi batas-batas yang diberikan dalam Tabel 2.5. Rancangan dan Perbandingan Campuran untuk gradasi agregat gabungan harus mempunyai jarak terhadap batas-batas yang diberikan dalam Tabel 2.5.

Tabel 2.5. Amplop Gradasi Agregat Gabungan Untuk Campuran Aspal

Ukuran Ayakan (mm)	% Berat Yang Lolos terhadap Total Agregat dalam Campuran											
	Latasir (SS)		Lataston (HRS)				Laston (AC)					
	Kelas A	Kelas B	Gradasi Senjang <sup>3</sup>		Gradasi Semi Senjang <sup>2</sup>		Gradasi Halus			Gradasi Kasar <sup>1</sup>		
			WC	Base	WC	Base	WC	BC	Base	WC	BC	Base
37,5									100			100
25								100	90 - 100		100	90 - 100
19	100	100	100	100	100	100	100	90 - 100	73 - 90	100	90 - 100	73 - 90
12,5			90 - 100	90 - 100	87 - 100	90 - 100	90 - 100	74 - 90	61 - 79	90 - 100	71 - 90	55 - 76
9,5	90 - 100		75 - 85	65 - 90	55 - 88	55 - 70	72 - 90	64 - 82	47 - 67	72 - 90	58 - 80	45 - 66
4,75							54 - 69	47 - 64	39,5 - 50	43 - 63	37 - 56	28 - 39,5
2,36		75 - 100	50 - 72 <sup>3</sup>	35 - 55 <sup>3</sup>	50 - 62	32 - 44	39,1 - 53	34,6 - 49	30,8 - 37	28 - 39,1	23 - 34,6	19 - 26,8
1,18							31,6 - 40	28,3 - 38	24,1 - 28	19 - 25,6	15 - 22,3	12 - 18,1
0,600			35 - 60	15 - 35	20 - 45	15 - 35	23,1 - 30	20,7 - 28	17,6 - 22	13 - 19,1	10 - 16,7	7 - 13,6
0,300					15 - 35	5 - 35	15,5 - 22	13,7 - 20	11,4 - 16	9 - 15,5	7 - 13,7	5 - 11,4
0,150							9 - 15	4 - 13	4 - 10	6 - 13	5 - 11	4,5 - 9
0,075	10 - 15	8 - 13	6 - 10	2 - 9	6 - 10	4 - 8	4 - 10	4 - 8	3 - 6	4 - 10	4 - 8	3 - 7

(Sumber: Spesifikasi Umum Edisi 2010 (Revisi 2) Kementerian PU Direktorat Jendral Bina Marga)

### 2.3. Aspal

Menurut Silvia Sukirman (2007:26), Aspal didefinisikan sebagai material perekat (*cementitious*) berwarna hitam atau coklat tua, dengan unsur utama bitumen. Aspal dapat diperoleh di alam ataupun merupakan residu dari pengilangan minyak bumi.

Aspal adalah material yang pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat dan bersifat termoplastis. Jadi, aspal akan mencair jika dipanaskan sampai temperatur tertentu dan kembali membeku jika temperatur turun. Bersama dengan agregat aspal merupakan material pembentuk campuran perkerasan jalan yang berperan sebagai pengikat atau lem antar partikel agregat dan agregat berperan sebagai tulangan.

Aspal merupakan komponen perkerasan lentur. Banyaknya aspal dalam campuran perkerasan hanya berkisar antara 4 – 10% berdasarkan berat campuran, atau 10 – 15% berdasarkan volume campuran, tetapi merupakan komponen yang relatif mahal.

Adapun fungsi aspal dalam konstruksi perkerasan jalan yaitu:

- Sebagai Bahan Pengikat  
Memberikan ikatan yang kuat antara aspal dengan agregat dan antara aspal itu sendiri
- Bahan Pengisi  
Mengisi rongga antara butir-butir agregat dan pori-pori yang ada antara agregat itu sendiri.

*(Sumber:dikutip dari bahan kuliah Aspal oleh Ir. H. Abd. Rahim Nurdin, MT.)*

### 2.3.1. Sifat-Sifat Kimiawi Aspal

Aspal terdiri dari senyawa hidrokarbon, nitrogen, dan logam lain, sesuai jenis minyak bumi dan proses pengolahannya. Mutu kimiawi aspal ditentukan dari komponen pembentuk aspal. Saat ini telah banyak metode yang digunakan untuk meneliti komponen-komponen pembentuk aspal. Komponen fraksional pembentuk aspal dikelompokkan berdasarkan karakteristik reaksi yang sama.

Metode Rostler menentukan komponen fraksional aspal melalui daya larut aspal didalam aspal belerang (*Sulfuric Acid*) terdapat 5 komponen fraksional aspal berdasarkan daya reaksi kimiawinya didalam asam *sulfuric acid*, yaitu:

1. Asphaltenes (A)
2. Nitrogen bases (N)
3. Acidaffin I ( $A_1$ )
4. Acidaffin II ( $A_2$ )
5. Paraffins (P)

Secara garis besar komposisi kimiawi aspal terdiri dari *asphaltenes*, *resins* dan *oils*. *Asphaltenes* terutama terdiri dari senyawa hidrokarbon, merupakan material berwarna hitam atau coklat tua yang tidak larut dalam *n-heptane*. *Asphaltenes* berwarna coklat sampai hitam yang mengandung karbon dan hidrogen. *Asphaltenes* menyebar di dalam larutan yang disebut *maltenes* larut dalam *heptane*, merupakan cairan kental yang

terdiri dari *resins* dan *oils*. *Resins* adalah cairan berwarna kuning atau coklat tua yang memberikan sifat adhesi dari aspal, merupakan bagian yang muda hilang atau berkurang selama masa pelayanan jalan, sedangkan *oils* yang berwarna lebih muda merupakan media dari *asphaltenes* dan *resin*. Pengerasan aspal dapat terjadi karena oksidasi, penguapan, dan perubahan kimiawi lainnya. Reaksi kimiawi dapat mengubah *resins* menjadi *asphaltenes*, dan *oils* menjadi *resins*, yang secara keseluruhan akan meningkatkan viskositas aspal.

*Maltenes* merupakan komponen yang mudah berubah sesuai perubahan temperatur dan umur pelayanan. Durabilitas aspal merupakan fungsi dari ketahanan aspal terhadap perubahan mutu kimiawi selama proses pencampuran dengan agregat, masa pelayanan, dan pengerasan seiring waktu atau umur perkerasan.

### **2.3.2. Sifat-Sifat Fisik Aspal**

Sifat-sifat fisik aspal yang sangat mempengaruhi perencanaan, produksi dan kinerja campuran beraspal antara lain:

#### **a. Daya Tahan (Durabilitas)**

Kinerja aspal sangat dipengaruhi oleh sifat aspal tersebut setelah digunakan sebagai bahan pengikat dalam campuran beraspal dan dihampar di lapangan. Hal ini disebabkan karena sifat-sifat aspal akan berubah secara signifikan akibat oksidasi dan pengelupasan yang terjadi baik pada saat pencampuran, pengangkutan dan penghamparan campuran beraspal di lapangan. Perubahan sifat ini

akan menyebabkan aspal menjadi berdaktilitas rendah atau dengan kata lain mengalami penuaan. Kemampuan aspal untuk menghambat laju penuaan ini disebut durabilitas aspal atau dengan kata lain kemampuan aspal mempertahankan sifat asalnya akibat pengaruh cuaca dan penuaan selama masa pelayanan jalan.

Pengujian durabilitas aspal bertujuan untuk mengetahui seberapa baik aspal untuk mempertahankan sifat-sifat awalnya akibat proses penuaan. Walaupun banyak faktor lainnya yang menentukan, aspal dengan durabilitas yang baik akan menghasilkan campuran dengan kinerja baik pula.

b. Sifat Adhesi dan Kohesi

Adhesi adalah kemampuan aspal untuk mengikat agregat sehingga dihasilkan ikatan yang baik antara agregat dengan aspal, dan kohesi adalah kemampuan aspal untuk tetap mempertahankan agregat tetap pada tempatnya setelah terjadi pengikatan. Sifat adhesi dan kohesi aspal sangat penting diketahui dalam pembuatan campuran beraspal karena sifat ini sangat mempengaruhi kinerja dan durabilitas campuran.

c. Kepekaan Terhadap Temperatur

Aspal merupakan bahan yang termoplastis, artinya akan menjadi keras dan kental jika temperatur rendah dan menjadi cair (lunak) jika temperatur tinggi. Sifat ini disebut kepekaan terhadap temperatur. Akibat perubahan temperatur ini viskositas aspal akan berubah seiring

dengan perubahan elastisitas aspal tersebut, oleh sebab itu aspal juga disebut bahan yang bersifat viskoelastis. Kepekaan terhadap suhu perlu diketahui untuk dapat menentukan suhu yang baik pada saat aspal akan dicampur dan dipadatkan.

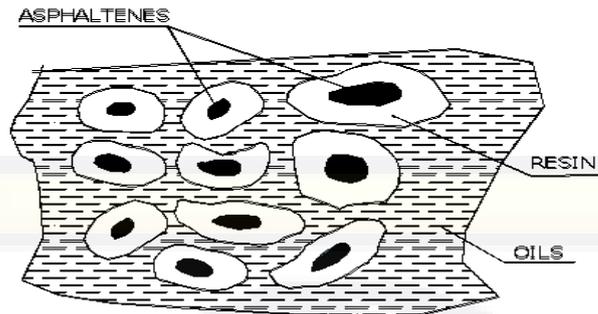
d. Kekerasan Aspal

Kekerasan aspal tergantung dari viskositasnya (kekentalannya). Aspal pada proses pencampuran dipanaskan dan dicampur dengan agregat sehingga agregat dilapisi aspal. Pada proses pelaksanaan terjadi oksidasi yang mengakibatkan aspal menjadi getas (Viskositas bertambah tinggi). Peristiwa tersebut berlangsung setelah masa pelaksanaan selesai. Pada masa pelayanan, aspal mengalami oksidasi dan polimerisasi yang besarnya dipengaruhi ketebalan aspal menyelimuti agregat. Semakin tipis lapisan aspal yang menyelimuti agregat, semakin tinggi tingkat kerapuhan yang terjadi. *(Sumber: dikutip dari manual pekerjaan campuran beraspal panas, Departemen Pekerjaan Umum, 2008)*

### 2.3.3. Komposisi Aspal

Aspal merupakan unsur *hydrocarbon* yang sangat kompleks, sangat sukar untuk memisahkan molekul-molekul yang membentuk aspal tersebut. Disamping itu setiap sumber dari minyak bumi menghasilkan komposisi molekul yang berbeda-beda.

Proporsi dari asphaltenes, resins dan oils berbeda-beda tergantung dari banyak faktor seperti kemungkinan beroksidasi, proses pembuatannya dan ketebalan lapisan aspal dalam campuran.



Gambar 2.6.illustrasikomposisi aspal minyak  
 (Sumber : dikutip dari bahan kuliah Aspal oleh Ir. H. Abd. Rahim Nurdin, MT.)

#### 2.3.4. Jenis-Jenis Aspal

Berdasarkan cara diperolehnya, aspal dapat dibedakan atas dua yaitu aspal alam dan aspal buatan.

##### a. Aspal Alam

Aspal alam adalah aspal yang secara alamiah terjadi di alam. Berdasarkan depositnya, aspal alam terbagi atas dua yaitu :

##### 1. Aspal Danau (Lake Asphalt)

Aspal ini secara alamiah terdapat di danau trinidad, Venezuela dan Lawele. Aspal ini terdiri dari bitumen, mineral dan bahan organik lainnya. Angka penetrasi dari aspal ini sangat rendah dan titik lelehnya sangat tinggi. Karena aspal ini sangat keras, dalam pemakaiannya aspal ini dicampur dengan aspal keras yang mempunyai angka penetrasi yang tinggi dengan perbandingan tertentu sehingga dihasilkan aspal dengan angka penetrasi yang diinginkan.

## 2. Aspal Batu (Rock Asphalt)

Aspal batu Kentucky dan Buton adalah aspal yang secara alamiah terdeposit di Pulau Buton, Indonesia dan didaerah Kentucky, USA. Aspal dari deposit ini terbentuk dalam celah-celah batuan kapur dan batuan pasir. Aspal yang terkandung dalam batuan ini berkisar antara 12 - 35 % dari masa batu tersebut dan memiliki tingkat penetrasi antara 0 - 40. Untuk pemakaiannya, deposit ini harus ditambang terlebih dahulu, lalu aspalnya diekstraksi dan dicampur dengan minyak pelunak atau aspal keras dengan angka penetrasi yang lebih tinggi agar didapat suatu campuran aspal yang memiliki angka penetrasi sesuai dengan yang diinginkan. Pada saat ini aspal batu telah dikembangkan lebih lanjut, sehingga menghasilkan aspal batu dalam bentuk butiran partikel yang berukuran lebih kecil dari 1 mm dan dalam bentuk mastik.

### b. Aspal Buatan

Aspal yang masuk dalam kategori aspal buatan adalah aspal minyak dan tar. Aspal Minyak merupakan hasil destilasi minyak bumi sedangkan tar merupakan hasil penyulingan batu bara dan kayu (tidak umum digunakan, peka terhadap temperatur dan beracun).

#### **2.3.5. Aspal Minyak**

Aspal minyak adalah aspal yang merupakan residu destilasi minyak bumi. Setiap minyak bumi dapat menghasilkan residu jenis *Asphalt Base Crude Oil* yang banyak mengandung aspal. Bahan baku minyak bumi

yang baik untuk pembuatan aspal adalah minyak bumi yang banyak mengandung *asphaltene* dan hanya sedikit mengandung parafin. Untuk bahan aspal parafin kurang disukai karena mengakibatkan aspal bersifat gelas, mudah terbakar dan memiliki daya lekat yang buruk dengan agregat. Berdasarkan jenis bahan dasarnya, aspal minyak dibagi atas:

1. *Asphaltic Base Crude Oil* yaitu aspal minyak dengan bahan dasar dominan *asphaltic*.
2. *Paraffin Base Crude Oil* adalah aspal minyak dengan bahan dasar dominan *paraffin*.
3. *Mixed Base Crude Oil* adalah jenis aspal minyak dengan bahan dasar campuran *asphaltic* dan *paraffin*.

Berdasarkan bentuknya, aspal minyak dibedakan atas:

1. Aspal Keras (*Asphalt Cement/AC*)

Aspal keras adalah aspal yang berbentuk padat atau semi padat pada temperatur ruang dan menjadi cair jika dipanaskan. Aspal padat dikenal dengan nama semen aspal (*Asphalt Cement*). Aspal semen pada temperatur ruang (25°-30° C) berbentuk padat. Aspal semen terdiri dari beberapa jenis tergantung dari proses pembuatannya dan jenis minyak bumi asalnya. Pengelompokan aspal semen dapat dilakukan berdasarkan nilai penetrasinya ataupun berdasarkan nilai viskositasnya.

Di Indonesia, aspal semen biasanya dibedakan berdasarkan nilai penetrasinya yaitu :

- a. AC pen 40/50, yaitu AC dengan penetrasi antara 40 - 50.

- b. AC pen 60/70, yaitu AC dengan penetrasi antara 60 - 70.
- c. AC pen 80/100, yaitu AC dengan penetrasi antara 80 - 100.
- d. AC pen 120/150, yaitu AC dengan penetrasi antara 120 - 150.
- e. AC pen 200/300, yaitu AC dengan penetrasi antara 200 - 300.

Spesifikasi dari masing-masing kelompok aspal tersebut seperti pada tabel 2.6. berikut :

Tabel 2.6. Spesifikasi AASHTO untuk berbagai nilai penetrasi aspal, AASHTO 20-70 (1990)

Jenis aspal (sesuai penetrasi)	40-50	60-70	85-100	120-150	200-300
Penetrasi (25°C, 100 <sub>gr</sub> , 5 det)	40-50	60-70	85-100	120-150	200-300
Titik nyala, cleaveland °C	≥ 235	≥ 235	≥ 235	≥ 220	≥ 180
Daktalitas (25°C, 5cm/men, cm)	≥ 100	≥ 100	≥ 100	≥ 100	≥ 100
Solubilitas dlm CC14, %	≥ 99	≥ 99	≥ 99	≥ 99	≥ 99
TFOT, 3.2mm, 5jam, 163°C					
Kehilangan berat, %	≤ 0,8	≤ 0,8	≤ 1	≤ 1,3	≤ 1,5
Penetrasi setelah kehilangan berat	≥ 58	≥ 54	≥ 50	≥ 46	≥ 40
Daktalitas setelah kehilangan berat, (25°C, 5 cm/men, cm)		≥ 50	≥ 75	≥ 100	≥ 100

(Sumber : Beton Aspal Campuran Panas, Sukirman, 2003: 45)

Pada umumnya aspal semen dengan penetrasi rendah digunakan di daerah bercuaca panas atau lalu lintas dengan volume tinggi, sedangkan aspal dengan penetrasi tinggi digunakan untuk daerah bercuaca dingin atau lalu lintas dengan volume rendah.

Di Indonesia, aspal yang umum digunakan untuk perkerasan jalan adalah aspal pen 60/70. Persyaratan kualitas aspal yang umum digunakan di Indonesia seperti pada Tabel 2.7.

Tabel 2.7. Ketentuan-ketentuan untuk Aspal Keras

No	Jenis Pengujian	Metoda Pengujian	Tipe I Aspal Pen. 60-70	Tipe II Aspal yang Dimodifikasi		
				A <sup>(1)</sup> Asbuton yg diproses	B Elastomer Alam (Latex)	C Elastomer Sintetis
1.	Penetrasi pada 25°C (dmm)	SNI 06-2456-1991	60-70	40-55	50-70	Min.40
2.	Viskositas 135°C (cSt)	SNI 06-6441-2000	300	385 – 2000	≤ 2000 <sup>(5)</sup>	≤ 3000 <sup>(5)</sup>
3.	Titik Lembek (°C)	SNI 06-2434-1991	≥48	-	-	≥54
4.	Indeks Penetrasi <sup>4)</sup>	-	≥ -1,0	≥ - 0,5	≥ 0.0	≥ 0,4
5.	Daktilitas pada 25°C, (cm)	SNI-06-2432-1991	≥100	≥ 100	≥ 100	≥ 100
6.	Titik Nyala (°C)	SNI-06-2433-1991	≥232	≥232	≥232	≥232
7.	Kelarutan dim Toluene (%)	ASTM D5546	≥99	≥ 90 <sup>(1)</sup>	≥99	≥99
8.	Berat Jenis	SNI-06-2441-1991	≥1,0	≥1,0	≥1,0	≥1,0
9.	Stabilitas Penyimpanan (°C)	ASTM D 5976 part 6.1	-	≤2,2	≤2,2	≤2,2
<b>Pengujian Residu hasil TFOT atau RTFOT :</b>						
10.	Berat yang Hilang (%)	SNI 06-2441-1991	≤ 0.8	≤ 0.8	≤ 0.8	≤ 0.8
11.	Penetrasi pada 25°C (%)	SNI 06-2456-1991	≥ 54	≥ 54	≥ 54	≥54
12.	Indeks Penetrasi <sup>4)</sup>	-	≥ -1,0	≥ 0,0	≥ 0,0	≥ 0,4
13.	Keelastisan setelah Pengembalian (%)	AASHTO T 301-98	-	-	≥ 45	≥ 60
14.	Daktilitas pada 25°C (cm)	SNI 062432-1991	≥ 100	≥ 50	≥ 50	-
15.	Partikel yang lebih halus dari 150 micron (µm) (%)			Min. 95 <sup>(1)</sup>	-	-

(Sumber: Spesifikasi Umum Edisi 2010 (Revisi 2) Kementerian PU Direktorat Jendral Bina Marga)

Pembagian semen aspal berdasarkan nilai viskositasnya tak umum digunakan di Indonesia. Spesifikasi aspal sesuai spesifikasi baru campuran beraspal panas yang diterbitkan oleh Depkimwarsil menetapkan aspal yang digunakan untuk beton aspal campuran panas adalah semen aspal pen.60/70, sesuai Spesifikasi AASHTO M 20-70 (1990).

Metode yang umum digunakan pada pemeriksaan aspal dapat dilihat pada tabel 2.8. dibawah ini :

Tabel 2.8. Metode Pemeriksaan Aspal

No.	Jenis Pengujian	Metode	Syarat
1.	Penetrasi, 25°C; 100 gr; 5 dtk; 0,1 mm	SNI-06-2456-1991	60 – 79
2.	Titik Lembek, °C	SNI-06-2434-1991	48 – 58
3.	Titik Nyala, °C	SNI-06-2433-1991	Min.200
4.	Daktilitas 25°C,5 cm per menit	SNI-06-2432-1991	Min. 100
5.	Berat Jenis	SNI-06-2441-1991	Min. 1.0
6.	Kelarutan Dalam Trichloroethele, %	RSNI M-04-2004	Min. 99
7.	Kehilangan Berat , %	SNI-06-2440-1991	Max. 0.8
8.	Penetrasi Setelah Kehilangan Berat	SNI-06-2456-1991	Min. 54
9.	Daktilitas Setelah Kehilangan Berat	SNI-06-2432-1991	Min. 50

(Sumber:dikutip dari manual pekerjaan campuran beraspal panas edisi 2008)

## 2. Aspal Cair (*Cut Back Asphalt*)

Aspal cair (*Cut Back Asphalt*) adalah campuran antara aspal semen dengan bahan pencair dari hasilpenyulingan minyak bumi, sehingga berbentuk cair pada suhu ruang. Aspal cair dihasilkan dari proses destilasi, dimana dalam proses ini fraksi minyak ringan yang terkandung dalam minyak mentah tidak seluruhnya dikeluarkan. Kecepatan menguap dari minyak yang digunakan sebagai pelarut atau minyak yang sengaja ditinggalkan dalam residu pada proses destilasi akan menentukan jenis

aspal cair yang dihasilkan. Dalam penggunaannya, pemanasan mungkin diperlukan untuk menurunkan tingkat kekentalannya.

Berdasarkan bahan pencair dan kemudahan menguap bahan pelarutnya, aspal cair dapat dibedakan atas:

a. RC (Rapid Curing Cut Back)

Merupakan aspal keras yang dilarutkan dengan bensin atau premium.

RC merupakan Cut Back aspal yang paling cepat menguap. RC aspal digunakan sebagai Tack Coat dan Prime Coat.

b. MC (Medium Curing Cut Back)

Merupakan aspal keras yang dilarutkan dengan kerozin (minyak tanah). MC merupakan Cut Back aspal yang memiliki penguapan sedang.

c. SC (Slow Curing Cut Back)

Merupakan aspal semen yang dilarutkan dengan bahan pencair yang lebih kental seperti solar dan merupakan Cut Back Aspal yang paling lama menguap. SC digunakan sebagai Prime Coat dan Dust Laying.

3. Aspal Emulsi (*Emulsion Asphalt*)

Aspal emulsi di hasilkan dari proses pengemulsian aspal keras. Pada proses ini partikel-partikel aspal keras di pisahkan dan di dispresikan kedalam air yang mengandung emulsifer (*emulgator*). Partikel aspal yang terdispresi berukuran sangat kecil bahkan sebagian besar berukuran koloid. Jenis emulsifer yang digunakan sangat mempengaruhi jenis dan kecepatan pengikatan aspal emulsi yang dihasilkan.

Dalam aspal emulsi, butir-butir aspal larut dalam air. Untuk menghindari butiran aspal saling menarik membentuk butir-butir yang lebih besar, maka butiran tersebut diberi muatan listrik.

Berdasarkan muatan listrik zat pengemulsi yang digunakan, aspal emulsi yang dihasilkan dapat dibedakan menjadi :

- a. Kationik atau disebut juga aspal emulsi asam merupakan aspal emulsi bermuatan arus listrik positif.
- b. Anionik atau disebut juga aspal emulsi alkali merupakan aspal emulsi bermuatan listrik negatif.
- c. Non-ionik merupakan aspal emulsi yang tidak mengalami ionisasi atau tidak mengantarkan listrik (netral).

Aspal emulsi yang umum digunakan sebagai bahan perkerasan jalan adalah aspal emulsi anionik dan kationik.

Berdasarkan kecepatan pengerasannya, aspal emulsi dapat dibedakan atas :

- a. Rapid Setting (RS) merupakan aspal yang mengandung sedikit bahan pengemulsi sehingga pengikatan yang terjadi cepat, digunakan untuk Tack Coat.
- b. Medium Setting (MS), digunakan untuk Seal Coat.
- c. Slow Setting (SS), jenis aspal emulsi yang paling lambat menguap, digunakan sebagai prime coat. *(Sumber: dikutip dari bahan kuliah Aspal 2 oleh*

*Ir. H. Abd. Rahim Nurdin, MT, & [www.sipilku.wordpress.com.site](http://www.sipilku.wordpress.com/site))*

### 2.3.6. Viscositas Aspal

Aspal merupakan bahan yang bersifat visco-elastic, dengan demikian deformasi yang terjadi sangat tergantung pada suhu dan lamanya pembebanan. Hal lain dari sifat aspal ini yaitu thermoplastic, menyebabkan aspal menjadi lembek bila kena panas dan akan menjadi lebih keras bila dalam suhu yang lebih dingin.

Viskositas aspal dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain suhu, lama pembebanan, dan waktu/effect of time.

a. Suhu

Jika suhu naik, maka kekentalan aspal akan menurun.

b. Lama pembebanan

Hal ini jika dikaitkan dengan lalulintas maka pembebanan yang lama akan terjadi pada lalulintas dengan kecepatan rendah. Semakin lamanya pembebanan, maka aspal yang semula bersifat elastic akan menjadi viscous.

c. Waktu/effect of time

Hal ini berkaitan dengan sifat tahan lama aspal sebagai bahan perkerasan jalan. Apabila aspal dibiarkan dalam keadaan yang tidak/jarang mendapatkan beban, maka akan menyebabkan kekentalan aspal menjadi naik.

### 2.3.7. Hubungan Antara Temperatur dan Volume Aspal

Aspal adalah suatu material yang bersifat viskoelastis yang mengembang bila dipanaskan dan menyusut bila didinginkan. Perubahan

volume aspal akibat perubahan temperatur ini kadang kala dapat menyebabkan kesalahan dalam menghitung atau menentukan volume aspal, baik pada saat pengiriman, penyimpanan, maupun pada saat pembayaran. Volume aspal haruslah ditentukan pada temperature 15° C. Untuk itu bila 20.000 liter aspal dikirim pada temperatur 100° C, maka volume sebenarnya harus ditentukan lagi dengan mengacu pada temperatur 15° C.

Perhitungan perubahan volume ini cukup sederhana, yaitu hanya memerlukan dua buah informasi yaitu temperature dan berat jenis aspal (specific gravity). Data temperature dan berat jenis aspal diperlukan untuk menentukan faktor koreksi yang tepat. Faktor koreksi tersebut diperlihatkan pada SNI 06-6400-2000 (Tata Cara Penentuan Koreksi Volume Aspal Terhadap Volume pada Temperatur Standar). Walaupun tabel tersebut tidak begitu akurat, tetapi telah digunakan selama lebih dari 3 dekade. Tabel tersebut hanya dapat digunakan untuk mengkoreksi volume aspal sampai dengan temperature 160°C. Bila temperature aspal telah diketahui, faktor koreksi untuk menghitung volume aspal pada temperature 15°C dapat dicari dengan rumus sebagai berikut:

$$V = V_t (F_k)$$

Dimana:

$V$  = Volume aspal pada temperature 15°C

$V_t$  = Volume aspal pada temperature tertentu

$F_k$  = Faktor Koreksi

## 2.4. Tinjauan Umum Campuran Beton Aspal

Beton aspal adalah jenis perkerasan jalan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal, dengan atau tanpa bahan tambahan. Material-material pembentuk beton aspal dicampur diinstalasi pencampur pada suhu tertentu, kemudian diangkut kelokasi, dihamparkan dan dipadatkan. Suhu pencampuran ditentukan berdasarkan jenis aspal yang akan digunakan. Jika semen aspal, maka pencampuran umumnya antara 145-155°C, sehingga disebut beton aspal campuran panas. Campuran ini dikenal dengan *hotmix*. (Silvia Sukirman, 2003).

Berdasarkan fungsinya aspal beton campuran panas dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

1. Sebagai lapis permukaan yang tahan terhadap cuaca, gaya geser dan tekanan terhadap roda serta memberikan lapis kedap air yang dapat melindungi lapis di bawahnya dari rembesan air.
2. Sebagai lapis pondasi atas.
3. Sebagai lapis pembentuk pondasi, jika dipergunakan pada pekerjaan peningkatan atau pemeliharaan.

Sesuai dengan fungsinya maka lapis aspal beton mempunyai kandungan agregat dan aspal yang berbeda. Sebagai lapis aus, maka kadar aspal yang dikandungnya haruslah cukup sehingga dapat memberikan lapis yang kedap air. Agregat yang dipergunakan lebih halus dibandingkan dengan aspal beton yang berfungsi sebagai lapis pondasi.

Material utama penyusun suatu campuran aspal sebenarnya hanya dua macam, yaitu agregat dan aspal. Namun dalam pemakaiannya aspal dan agregat bisa menjadi bermacam-macam, tergantung kepada metode dan kepentinganyang dituju pada penyusunan suatu perkerasan.

Ada beberapa jenis beton aspal campuran panas, namun dalam penelitian ini jenis beton aspal campuran panas yang ditinjau adalah HRS.

#### **2.4.1. Lapis Tipis Aspal Beton (*Hot Rolled Sheet, HRS*)**

Lapis Tipis Aspal Beton (Lataston) yang selanjutnya disebut HRS, terdiri dari dua jenis campuran, HRS Pondasi (HRS - Base) dan HRS Lapis Aus (HRS-Wearing Course, HRS-WC) dan ukuran maksimum agregat masing-masing campuran adalah 19 mm.

Lapis tipis aspal beton merupakan lapis permukaan yang terdiri dari campuran-campuran antara agregat bergradasi senjang, bahan pengisi (*filler*) dan aspal keras dengan perbandingan tertentu yang dihampar dan dipadatkan dalam keadaan panas.

Lapis tipis aspal beton mempunyai fungsi sebagai lapis penutup untuk mencegah masuknya air dari permukaan kedalam konstruksi perkerasan sehingga dapat mempertahankan kekuatan konstruksinya sampai tingkat tertentu. Keistimewaan lataston yaitu mempunyai keawetan tinggi (tahan terhadap pengaruh oksidasi) dan memiliki sifat elastis yang lebih tinggi dibandingkan dengan campuran aspal lainnya. Lataston terdiri dari dua macam yaitu, Lataston Lapis Permukaan (*HRS-WC*), dan Lataston Lapis Pondasi (*HRS-Base*).

Spesifikasi sifat-sifat campuran lapis tipis aspal beton dapat dilihat pada tabel 2.9.

Tabel 2.9. Ketentuan Sifat-sifat Campuran Lataston (HRS)

Sifat-sifat Campuran		Lataston			
		Lapis Aus		Lapis Pondasi	
		Senjang	Semi Senjang	Senjang	Semi Senjang
Kadar aspal efektif (%)	Min	5,9	5,9	5,5	5,5
Penyerapan aspal (%)	Maks	1,7			
Jumlah tumbukan per bidang		75			
Rongga dalam campuran (%) <sup>(2)</sup>	Min.	4,0			
	Maks	6,0			
Rongga dalam Agregat (VMA) (%)	Min.	18		17	
Rongga terisi aspal (%)	Min.	68			
Stabilitas Marshall (kg)	Min.	800			
Pelelehan (mm)	Min	3			
Marshall Quotient (kg/mm)	Min.	250			
Stabilitas Marshall Sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60 °C <sup>(3)</sup>	Min.	90			
Rongga dalam campuran (%) pada kepadatan membal (refusal) <sup>(4)</sup>	Min.	3			

(Sumber: Spesifikasi Umum Edisi 2010 (Revisi 2) Kementerian PU Direktorat Jendral Bina Marga)

## 2.5. Karakteristik Beton Aspal

Karakteristik campuran yang harus dimiliki oleh campuran beton aspal adalah:

### 1. Stabilitas

Stabilitas adalah kemampuan perkerasan jalan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur dan bleeding. Kebutuhan akan stabilitas sebanding dengan fungsi jalan, dan beban lalu lintas jalan yang melayani volume lalu lintas tinggi dan

dominan dari kendaraan berat, membutuhkan perkerasan jalan dengan stabilitas tinggi sebaliknya perkerasan jalan yang diperuntukkan untuk melayani lalu lintas kendaraan ringan tentu tidak perlu mempunyai nilai stabilitas yang tinggi.

Faktor yang mempengaruhi nilai stabilitas beton aspal adalah:

- a. Gesekan internal yang dapat berasal dari kekerasan permukaan dari butir agregat, luas bidang kontak antar butir, gradasi agregat, kepadatan campuran dan tebal film aspal. Stabilitas terbentuk dari kondisi gesekan internal yang terjadi antara butir-butir agregat, saling mengunci dan mengisi butir-butir agregat dan masing-masing butir saling terikat akibat gesekan antar butir dan adanya aspal. Kepadatan campuran menentukan pula tekanan kontak, dan nilai stabilitas campuran. Pemilihan Agregat bergradasi baik atau rapat akan memperkecil rongga antar agregat sehingga aspal yang ditambahkan dalam campuran menjadi sedikit. Hal ini berakibat film aspal menjadi tipis. Kadar Aspal yang optimal memberikan nilai stabilitas maksimum.
- b. Kohesi adalah gaya ikat aspal yang berasal dari daya lekatnya atau kemampuan aspal untuk melekat, sehingga mampu memelihara tegangan kontak antara butir agregat. Daya kohesi terutama ditentukan oleh penetrasi aspal, perubahan viskositas akibat temperatur, tingkat pembebanan, komposisi kimiawi aspal, efek dari waktu dan umur aspal. Sifat dari rheologi aspal menentukan kepekaan

aspal untuk mengeras dan menjadi rapuh yang akan mengurangi daya kohesinya.

## 2. Keawetan atau Durabilitas

Keawetan atau durabilitas adalah kemampuan beton aspal menerima beban lalu lintas seperti berat kendaraan dan gesekan atas roda kendaraan dan permukaan jalan serta menahan keausan akibat perubahan cuaca dan iklim seperti udara, air atau perubahan temperatur. Durabilitas beton aspal dipengaruhi oleh tebalnya film atau selimut aspal, banyaknya pori dalam campuran, kepadatan, dan kedap airnya campuran. Selimut aspal yang tebal akan membungkus agregat secara baik, beton aspal akan lebih kedap air, sehingga kemampuannya menahan keausan semakin baik. Tetapi semakin tebal selimut aspal maka semakin mudah terjadi bleeding yang mengakibatkan jalan semakin licin. Besarnya pori yang tersisa dalam campuran setelah pemadatan, mengakibatkan durabilitas beton aspal menurun. Semakin besar pori yang tersisa semakin tidak kedap air dan semakin banyak udara di dalam beton aspal yang menyebabkan semakin mudahnya selimut aspal beroksidasi dengan udara dan menjadi getas dan durabilitasnya menurun.

## 3. Kelenturan dan Fleksibilitas

Kelenturan dan Fleksibilitas adalah kemampuan beton aspal untuk menyesuaikan diri akibat penurunan (konsolidasi/settlement) atau mampu menahan lendutan akibat beban lalu lintas dan pergerakan dari pondasi atau tanah dasar, tanpa terjadi retak. Penurunan akibat berat sendiri tanah

timbunan yang dibuat diatas tanah asli. Fleksibilitas dapat ditingkatkan dengan mempergunakan agregat bergradasi terbuka dengan kadar aspal yang tinggi.

#### 4. Ketahanan Terhadap Kelelahan (Fatigue Resistance)

Ketahanan terhadap kelelahan (fatigue resistance) merupakan kemampuan beton aspal menerima lendutan berulang akibat beban lalulintas, tanpa terjadinya kelelahan berupa alur dan retak selama umur rencana. Hal ini dapat tercapai jika menggunakan kadar aspal yang tinggi.

#### 5. Kekesatan/Tahanan Geser (Skid Resistance)

Kekesatan/tahanan geser (skid resistance) adalah kemampuan permukaan beton aspal terutama pada kondisi basah, memberikan gaya gesek pada roda kendaraan sehingga kendaraan tidak tergelincir atau slip. Faktor-faktor untuk mendapatkan kekesatan jalan sama dengan untuk mendapatkan stabilitas yang tinggi, yaitu kekasaran permukaan dari butir-butir agregat, kepadatan campuran dan tebal film aspal. Ukuran maksimum butir agregat ikut menentukan kekesatan permukaan. Dalam hal ini agregat yang digunakan tidak saja harus mempunyai permukaan kasar tapi juga mempunyai daya tahan untuk permukaannya agar tidak menjadi licin akibat repetisi kendaraan.

#### 6. Kedap Air (Impermeabilitas)

Kedap air (impermeabilitas) adalah kemampuan beton aspal untuk tidak dimasuki air ataupun udara kedalam lapisan beton aspal. Air dan udara dapat mengakibatkan percepatan proses penuaan aspal, dan

pengelupasan film/selimut dari permukaan agregat. Jumlah pori yang tersisa setelah beton aspal dipadatkan dapat menjadi indikator kedekatan air campuran. Tingkat permeabilitas beton aspal berbanding terbalik dengan tingkat durabilitasnya.

#### 7. Mudah Dilaksanakan (Workability)

Mudah dilaksanakan (workability) adalah kemampuan campuran beton aspal untuk mudah dihamparkan dan dipadatkan. Tingkat kemudahan dalam pelaksanaan menentukan tingkat efisiensi pekerjaan. Faktor yang mempengaruhi tingkat kemudahan dalam proses penghamparan dan pemadatan adalah viskositas aspal, kepekaan aspal terhadap perubahan temperatur dan gradasi serta kondisi agregat. Revisi atau koreksi terhadap rancangan campuran dapat dilakukan jika ditemukan kesukaran dalam pelaksanaan. (Sumber: *Pedoman Perencanaan Campuran Beraspal, Departemen Pekerjaan Umum, 2010*)

#### 2.5.1. Sifat-Sifat Campuran Beton Aspal

Campuran Beton aspal memiliki sifat sebagai berikut:

- a. Tahan terhadap keausan akibat beban lalu lintas
- b. Kedap air
- c. Mempunyai nilai structural
- d. Mempunyai stabilitas yang tinggi.
- e. Peka terhadap penyimpangan perencanaan dan pelaksanaan.

### **2.5.2. Fungsi Campuran Beton Aspal**

Campuran beton Aspal mempunyai fungsi sebagai berikut:

- a. Sebagai pendukung lalu lintas
- b. Sebagai lapis aus
- c. Sebagai pelindung konstruksi dibawahnya akibat pengaruh air dan cuaca
- d. Menyediakan permukaan jalan yang rata dan tidak licin.

### **2.5.3. Perencanaan Campuran**

Lapisan aspal yang baik haruslah memenuhi 4 syarat yaitu stabilitas, durabilitas, fleksibilitas dan tahan geser. Jika memakai gradasi rapat akan menghasikan gradasi yang baik, berarti memberikan stabilitas yang baik tetapi mempunyai rongga pori yang kecil sehingga memberikan kelenturan fleksibilitas yang kurang baik dan akibat tambahan pemadatan dari beban lalu lintas yang berulang serta aspal yang mencair akibat pengaruh cuaca akan memberikan tahanan geser yang kecil. Sebaliknya jika menggunakan gradasi terbuka akan diperoleh kelenturan yang baik tetapi stabilitas yang kecil. Kadar aspal yang terlalu sedikit akan mengakibatkan lapisan pengikat antarbutir kurang, terlebih jika kadar rongga yang dapat diserapi aspal lebih besar. Hal ini akan mengakibatkan lapisan pengikat aspal cepat lepas dan durabilitas kurang. Kadar aspal yang tinggi mengakibatkan durabilitas dan kelenturan yang baik tetapi dapat terjadi bleeding sehingga stabilitas dan tahanan geser berkurang.

Dari penjelasan diatas, dapat disimpulkan bahwa haruslah ditentukan campuran agregat-agregat dan aspal seoptimal mungkin. Dengan kata lain haruslah direncanakan campuran yang meliputi gradasi agregat (mutu agregat) dan kadar aspal sehingga dihasilkan lapisan perkerasan yang dapat memenuhi keempat syarat yang disebutkan di atas, sehingga akan diperoleh:

1. Kadar aspal yang cukup memberikan kelenturan.
2. Stabilitas cukup memberikan kemampuan memikul beban sehingga tidak terjadi deformasi yang merusak.
3. Kadar rongga memberikan kesempatan untuk pemadatan tambahan akibat beban berulang.
4. Dapat memberikan kemudahan kerja sehingga tidak terjadi segregasi.
5. Dapat menghasilkan campuran dan menghasilkan lapisan perkerasan yang sesuai dengan persyaratan dalam pemilihan lapisan perkerasan pada tahap perencanaan.

#### **2.6. Pengujian Campuran Dengan Marshall Test**

Pengujian campuran dengan metode Marshall dilaksanakan sesuai dengan yang ditetapkan dari AASHTO terdapat 245-76 dimana prosedur tes ini telah didasarkan oleh American Society for Testing and Material (ASTM) dengan 1559-62.

Metode Marshall Test ini mempunyai keuntungan sebagai berikut :

- Peralatan yang digunakan mudah dibawa.
- Alat marshall yang sederhana dan memberikan hasil yang baik.

- Dari percobaan langsung dan alat marshall tersebut dapat diketahui ketahanan (stability) terhadap flow dari aspal.

Dari hasil pemeriksaan Marshall diperoleh data

- a. Kadar aspal, dinyatakan dalam bilangan decimal satu angka di belakang koma.
- b. Stabilitas dinyatakan dalam bilangan bulat. Stabilitas menunjukkan kekuatan, ketahanan terhadap terjadinya alur (rutting).
- c. Kelelahan plastis (Flow) dinyatakan dalam mm atau 0.01 inch. Flow dapat merupakan indikator terhadap lentur.

Dari hasil pemeriksaan Volumetrik diperoleh data

- a. Berat volume dinyatakan kg/m.
- b. VIM merupakan persen rongga dalam campuran, dinyatakan dalam bilangan decimal satu angka dibelakang koma. VIM merupakan indikator dari durabilitas.
- c. VMA merupakan persen rongga terhadap agregat, dinyatakan dalam bilangan bulat. VMA bersama dengan VIM merupakan indikator dari durabilitas.
- d. Penyerapan aspal, persen terhadap berat campuran, sehingga diperoleh gambar berupa kadar aspal efektif.
- e. Tebal lapisan aspal (film Aspal) dinyatakan dalam mm. Film aspal merupakan petunjuk tentang sifat durabilitas campuran.
- f. Kadar aspal efektif dinyatakan dalam bilangan decimal satu angka dibelakang koma.

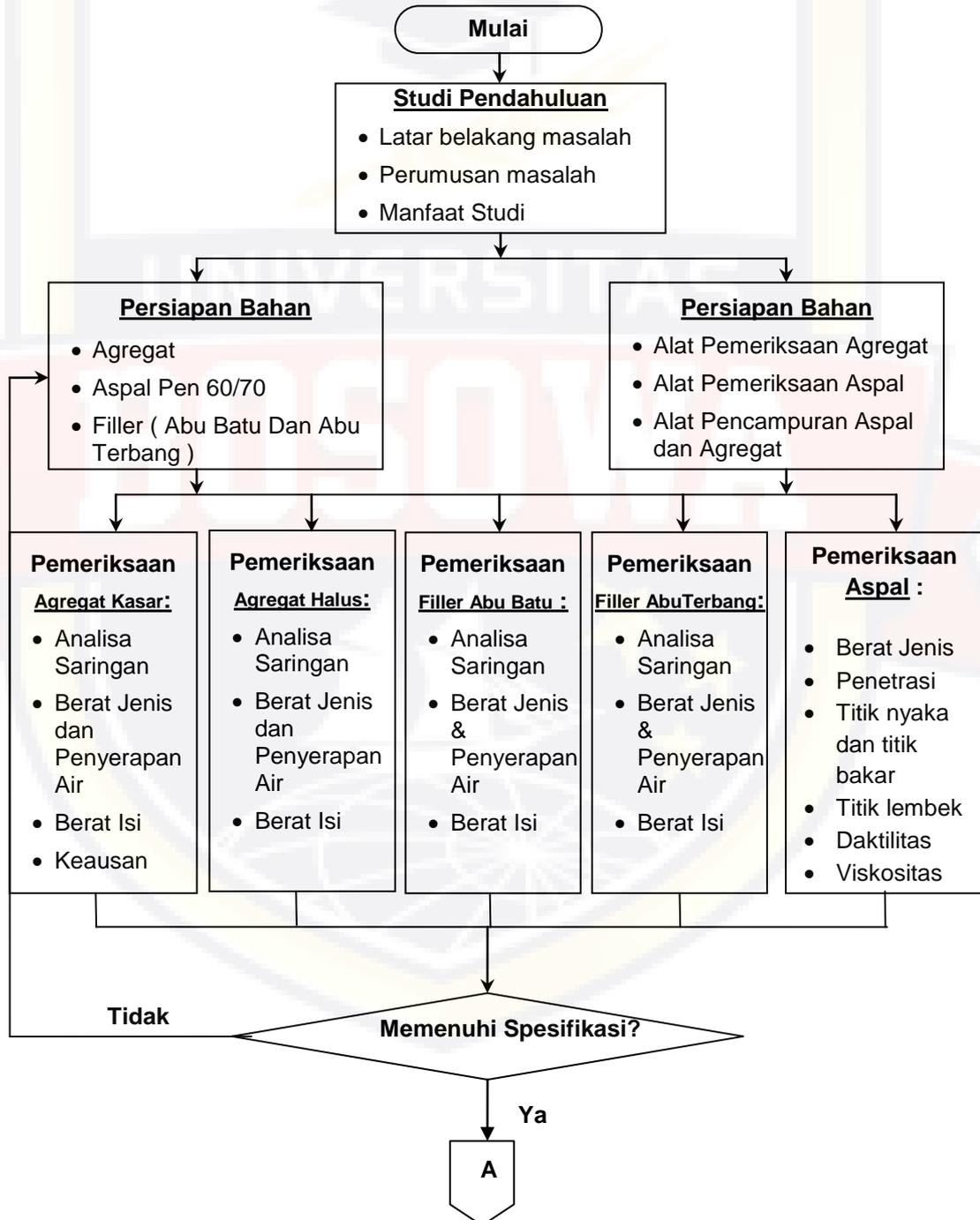
- g. Hasil bilangan Marshall (Marshall Quotient) merupakan hasil bagi stabilitas dan flow. Dinyatakan dalam  $\text{Kn/m}$  merupakan indicator kelenturan potensial terhadap kerekatan.

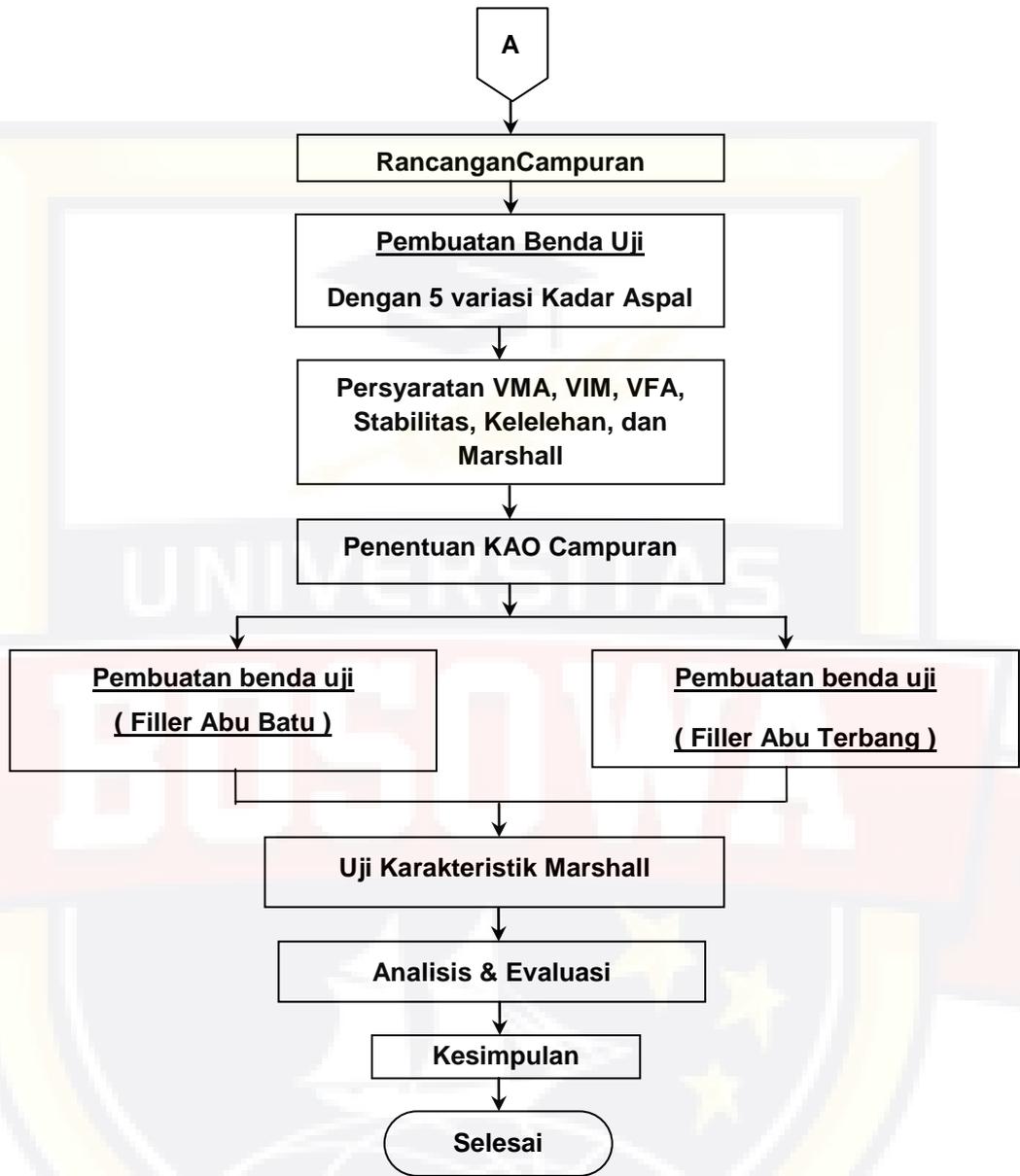


## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1. Diagram Alir Penelitian





Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian

### **3.2. Lokasi Material**

Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah Batu Pecah 1-2, Batu Pecah 0,5-1, Abu Batu, Pasir dan Abu Terbang bahan bakunya di datangkan dari Bili-Bili dan Kab. Maros.

### **3.3. Lokasi Penelitian**

Penelitian ini dilakukan pada Laboratorium Jalan dan Aspal Universitas Bosowa Makassar.

### **3.4. Waktu Pelaksanaan**

Waktu pelaksanaan penelitian ini pada bulan Januari 2016.

### **3.5. Persiapan Peralatan dan Pengambilan Sampel**

Pada pemeriksaan ini penulis menggunakan metode persyaratan yang dikeluarkan oleh Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, yaitu Manual Pemeriksaan Bahan Jalan (*MPBJ*).

#### **3.5.1. Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus**

a. Tujuan :

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan pembagian butir agregat kasar dengan menggunakan satu set saringan.

b. Peralatan :

1. Timbangan
2. Satu set saringan ditambah PAN
3. Talam dan Kuas
4. Oven

c. Bahan :

Batu Pecah 1 – 2, Batu Pecah 0,5 – 1, Abu Batu, Pasir dan Abu Terbang.

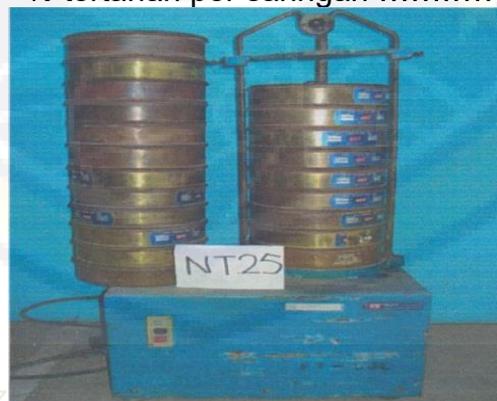
d. Prosedur kerja :

1. Masing-masing benda uji dibagi dengan menggunakan alat *Splitter* sampai mendapat pembagian sesuai kebutuhan.
2. Kemudian saringan disusun sesuai spesifikasi.
3. Lalu masing-masing benda uji tersebut baik batu pecah 1-2, batu pecah 0,5-1, abu batu, pasir, abu terbang maupun semen dimasukkan kedalam saringan, lalu dilakukan penyaringan sampai tidak ada lagi yang lolos pada tiap-tiap saringan.
4. Setelah itu saringan diangkat dan dibuka lalu ditimbang berat masing-masing agregat yang tertahan pada saringan tersebut.

e. Rumus :

$$\% \text{ tertahan per saringan} = \frac{\text{Jumlah Kumulatif Tertahan}}{\text{Total Agregat}} \times 100 \dots (3.1)$$

$$\% \text{ lolos} = 100\% - \% \text{ tertahan per saringan} \dots \dots \dots (3.2)$$



Gambar 3.2. Satu Set Saringan

Sumber : [http://pkib-ubi.com/image/Analisa Saringan resize](http://pkib-ubi.com/image/Analisa_Saringan_resize)

### 3.5.2. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

a. Tujuan :

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan berat jenis (*Bulk*), berat jenis permukaan jenuh (*Saturated Surface Dry = SSD*), berat jenis semu (*Apparent*) dan prosentase air yang dapat diserap terhadap berat agregat kasar.

b. Peralatan :

1. Timbangan dengan kapasitas 20 kg
2. Keranjang kawat ukuran 3.35 mm atau 2.36 mm (*No.6 atau No.8*)
3. Tempat air dengan kapasitas dan bentuk yang sesuai ukuran material
4. Alat penggantung keranjang
5. Oven
6. Bak Perendam
7. Lap Kasar

c. Benda Uji :

1. Batu Pecah 1 - 2
2. Batu Pecah 0,5 - 1

d. Prosedur Kerja :

1. Rendam benda uji selama  $\pm 24$  jam.
2. Keluarkan benda uji dari bak perendam dan keringkan dengan dilap agar air pada permukaan hilang, tetapi harus masih tampak lembab (*Kondisi SSD*).

3. Kemudian ditimbang untuk mendapatkan kering permukaan jenuh (Bj).
4. Masukkan benda uji kedalam keranjang kemudian dicelupkan kedalam air lalu timbang, sehingga didapatkan berat dalam air (Ba).
5. Keluarkan benda uji dari dalam keranjang, kemudian keringkan dalam oven selama ± 24 jam.
6. Keluarkan benda uji dari dalam oven, biarkan dalam suhu ruangan hingga dingin kemudian timbang, sehingga didapat berat benda uji kering (Bk).

e. Rumus :

$$\text{Berat Jenis (Bulk Spesific Gravity)} = \frac{Bk}{Bj - Ba} \dots\dots\dots(3.3)$$

$$\text{Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh (SSD)} = \frac{Bj}{Bj - Ba} \dots\dots\dots(3.4)$$

$$\text{Berat Jenis Semu (Apparent)} = \frac{Bk}{Bk - Ba} \dots\dots\dots(3.5)$$

$$\text{Penyerapan (Absorption)} = \frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100\% \dots\dots\dots(3.6)$$



**Gambar 3.3. Pengujian Berat Jenis dan Peyerapan Agregat Kasar**

Sumber : [http/ Images Berat Jenis Agregat Kasar. Com](http://Images Berat Jenis Agregat Kasar. Com)

### 3.5.3. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

a. Tujuan :

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan berat jenis (*bulk*), berat jenis kering permukaan jenuh (*SSD*), berat jenis semu (*Apparent*) dan penyerapan dari agregat halus.

b. Peralatan :

1. Talam
2. Kerucut terpancung (*Cone*)
3. Batang penumbuk yang mempunyai bidang penumbuk rata
4. Saringan No.4
5. Piknometer
6. Pompa hampa udara (*Vaccum Pump*)
7. Air Suling
8. Timbangan
9. Oven

c. Benda Uji :

1. Abu Batu
2. Pasir

d. Prosedur Kerja :

1. Rendam benda uji selama 24 jam.
2. Buang air perendam hati-hati, jangan ada butiran yang hilang, tebarkan agregat diatas talang, keringkan diudara panas dengan

cara membalik-balikkan benda uji. Lakukan pengeringan sampai tercapai keadaan kering permukaan jenuh.

3. Periksa keadaan kering permukaan jenuh dengan mengisikan benda uji kedalam kerucut terpacung, padatkan dengan batang penumbuk sebanyak 25 kali, angkat kerucut terpacung. Keadaan kering permukaan jenuh tercapai bila benda uji runtuh akan tetapi masih dalam keadaan tercetak.
4. Segera setelah tercapai keadaan kering permukaan jenuh masukkan benda uji kedalam piknometer. Masukkan air suling kedalam piknometer kira-kira 3/4 bagian, putar sambil guncang sampai tidak terlihat gelembung udara didalamnya.
5. Tambahkan air sampai mencapai tanda batas.
6. Timbang piknometer berisi air dan benda uji (Bt).
7. Keluarkan benda uji, keringkan dalam oven dengan suhu 110°C, kemudian dinginkan benda uji lalu timbang (Bk).
8. Tentukan berat piknometer berisi air penuh dan ukuran suhu air guna penyesuaian dengan suhu standar 25°C (B).

e. Rumus :

$$\text{Berat Jenis (Bulk Specific Gravity)} = \frac{Bk}{B + SSD - Bt} \dots\dots\dots(3.8)$$

$$\text{Berat jenis kering permukaan jenuh (SSD)} = \frac{SSD}{B + SSD - Bt} \dots\dots\dots(3.9)$$

$$\text{Berat jenis Semu (Apparent Specific Gravity)} = \frac{Bk}{B + Bk - Bt} \dots\dots\dots(3.10)$$

Penyerapan (*Absorption*)

$$= \frac{(SSD - B_k)}{B_k} \times 100\% \dots (3.11)$$



**Gambar 3.4. Pengujian Berat Jenis Agregat Halus**

Sumber : <http://imglanding?g=berat+jenis+agregat+halus&ball>

### 3.6. Pemeriksaan Aspal

#### 3.6.1. Pemeriksaan Berat Jenis Aspal

a. Tujuan :

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan berat jenis aspal dengan menggunakan piknometer. Berat jenis aspal adalah perbandingan antara berat aspal dengan berat air suling dengan isi yang sama pada suhu tertentu.

b. Peralatan :

1. Termometer
2. Bak perendam
3. Piknometer
4. Air suling sebanyak 1000 cm<sup>3</sup>
5. Timbangan.

c. Benda uji :

Aspal Minyak

d. Prosedur Kerja :

- Timbang piknometer kosong dalam keadaan bersih dan kering.
- Mengisi bejana dengan air suling sehingga diperkirakan bagian atas piknometer yang terendam 40 mm, kemudian rendam dan jepitlah bejana tersebut dalam bak perendam sekurang-kurangnya 100 mm, kemudian mengatur suhu bak perendaman pada suhu 25°C.
- Bersihkan, keringkan dan timbanglah piknometer dengan ketelitian 1 mg, (A).
- Angkat bejana dari bak perendam dan isilah piknometer dengan air suling kemudian tutuplah piknometer tanpa ditekan.
- Letakkan piknometer kedalam bejana dan tekanlah penutup sehingga rapat, kembalikan kedalam bejana berisi piknometer kedalam bak perendam, diamkan bejana tersebut kedalam bak perendam selama 30 menit (B).
- Panaskan contoh bitumen/aspal sejumlah  $\pm 100$  gram, sampai menjadi cair dan aduklah untuk mencegah pemanasan setempat, pemanasan tidak boleh lebih dari 30 menit atau pada suhu 111°C diatas titik lembek aspal.
- Tuang benda uji tersebut ke dalam piknometer hingga terisi 3/4 bagian kemudian biarkan piknometer hingga dingin tidak kurang dari 40 menit, lalu menimbang dengan penutupnya dengan ketelitian 1mg (C).

- Isi piknometer yang berisi aspal dengan air suling dandiamkan agar gelembung-gelembung udara keluar kemudian tekan penutupnya hingga rapat.
- Masukkan piknometer yang berisi aspal dan air kedalam bak perendam dan diamkan selama 30menit.
- Angkat lalu timbang piknometer yang berisi aspal dan air (D).

a. Rumus yang digunakan :

$$\text{Berat jenis aspal} = \frac{(C - A)}{(B - A) - (D - C)} \dots\dots\dots(3.13)$$

Keterangan :

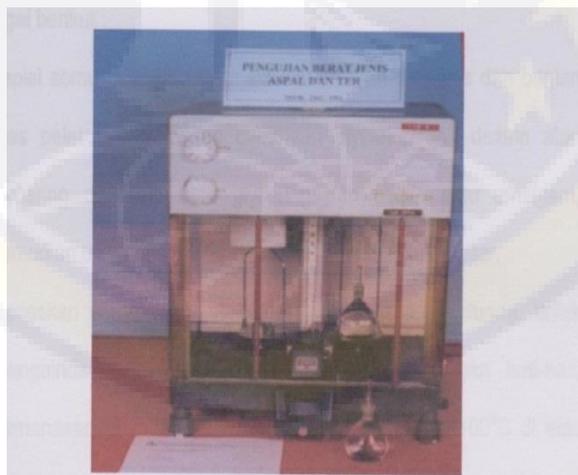
$\delta$  = Berat jenis aspal

A = Berat piknometer (dengan penutup) (gram)

B = Berat piknometer berisi air (gram)

C = Berat piknometer berisi aspal (gram)

D = Berat piknometer berisi aspal dan air (gram)



**Gambar 3.5. Pengujian Berat Jenis Aspal**

Sumber : <http://www.google.co.id/images=viskositas+aspal&btnG>

### 3.6.2. Pemeriksaan Titik Nyala dan Titik Bakar

a. Tujuan :

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan titik nyala dan titik bakar dari semua jenis hasil aspal minyak bumi.

Titik nyala adalah suhu pada saat terlihat nyala singkat pada suhu titik diatas permukaan aspal.

Titik bakar adalah suhu pada saat terlihat nyala sekurang-kurangnya 5 detik permukaan aspal.

b. Peralatan :

1. Termometer
2. Cawan Cleveland Open Cup
3. Plat pemanas
4. Batang nyala Bunsen yang dapat diatur dan memberikan nyala dengan diameter 3.2-4.8 mm dengan panjang tabung 7.5 cm.

c. Benda Uji :

Aspal Minyak

d. Prosedur Kerja :

1. Letakkan cawan diatas plat pemanas dan atur sumber pemanas sehingga terletak dibawah titik tengah cawan.
2. Letakkan pembakar dititik tengah cawan
3. Letakkan thermometer tegak lurus diatas benda uji dengan jarak 6.4 mm diatas cawan, dan terletak pada satu garis yang menghubungkan titik tengah cawan dan titik poros nyala burner.

Kemudian aturlah sehingga poros thermometer terletak pada jarak  $\frac{1}{4}$  diameter cawan dari tepi.

4. Nyalakan Bunsen dan atur pemanas sehingga kenaikan suhu temperatur  $15^{\circ}\text{C}$  permenit sampai suhu  $56^{\circ}\text{C}$  dibawah titik nyala perkiraan.
5. Aturlah kecepatan pemanasan  $5^{\circ}\text{C} - 6^{\circ}\text{C}$ .
6. Putar bagian nyala Bunsen melalui permukaan cawan (dari ketepi cawan) dalam waktu 1 detik. Ulangi pekerjaan diatas tiap kenaikan temperatur  $2^{\circ}\text{C}$ .
7. Ulangi prosedur 5-6 sampai terlihat nyala singkat pada suhu titik diatas permukaan benda uji. Baca temperatur dan catat titik nyala.
8. Lanjutkan prosedur 7 sampai terlihat nyala agak lama kurang lebih 3 detik diatas permukaan benda uji. Baca temperatur dan catat titik nyala.

### **3.6.3. Pemeriksaan Titik Lembek Aspal**

a. Tujuan :

Pemeriksaan ini bertujuan untuk memeriksa temperatur pada saat dimana aspal menjadi lunak atau lembek.

b. Peralatan :

1. Termometer
2. Cincin Kuningan
3. Bola Baja
4. Bejana gelas tahan panas dengan ketinggian 12 cm

5. Kaca

6. Dudukan benda uji

7. Detergen/Sabun

c. Benda Uji :

Aspal Minyak

d. Prosedur Kerja :

1. Pasang dan atur benda uji diatas kedua kedudukannya dan letakkan pengarah bola keatasnya. Kemudian masukkan seluruh peralatan tersebut kedalam bejana gelas. Isi bejana dengan air suling dengan suhu  $5^{\circ}\text{C}$  dan tinggi permukaan air berkisar antara 101.6 – 108 mm, letakkan thermometer yang sesuai untuk pekerjaan ini diantara kedua benda uji. Atur jarak antara permukaan pelat dasar dengan dasar benda uji sehingga menjadi 25.4 mm.
2. Panaskan bejana sehingga kenaikan suhu menjadi  $5^{\circ}\text{C}/\text{menit}$ .
3. Catat suhu dan waktu pada saat bola menyentuh pelat dasar.

#### **3.6.4. Pemeriksaan Daktilitas**

a. Tujuan :

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengukur jarak terpanjang yang dapat ditarik antara dua cetakan yang berisi aspal minyak sebelum putus pada suhu dan kecepatan tarik tertentu.

b. Peralatan :

1. Termometer

2. Cetakan daktalitas kuningan

3. Pelat alat cetakan

4. Bak perendam

5. Mesin uji daktalitas

6. alat pemanas, untuk mencairkan aspal keras

7. spatula

c. Benda Uji :

Aspal Minyak, *Glyserin*

d. Prosedur Kerja :

1. Lapisi cetakan dengan campuran *Glyserin* kemudian memasang cetakan daktalitas diatas pelat dasar.
2. Tuang bahan uji kedalam cetakan dari ujung ke ujung hingga penuh berlebih.
3. Dinginkan cetakan pada suhu ruang selama 30-40 menit lalu ratakan dengan spatula. Rendam di dalam bak perendam yang bersuhu 25°C selama 30 menit.
4. Lepaskan benda uji dari pelat dasar dan sisi-sisi cetakan.
5. Pasang benda uji pada mesin uji dan tarik dengan kecepatan 5cm/menit sampai benda uji putus.
6. Baca jarak antara pemegang benda uji pada saat benda uji putus.



**Gambar 3.6. Pengujian Daktilitas**

Sumber : <http://www.google.co.id/images=viskositas+aspal&btnG>

### **3.6.5. Pemeriksaan Penetrasi Aspal**

a. Tujuan :

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan penetrasi aspal keras atau lembek (*Solid Atau Semi Solid*) dengan memasukkan ukuran 100 gram, beban dan waktu tertentu dalam aspal pada suhu 25°C.

b. Peralatan :

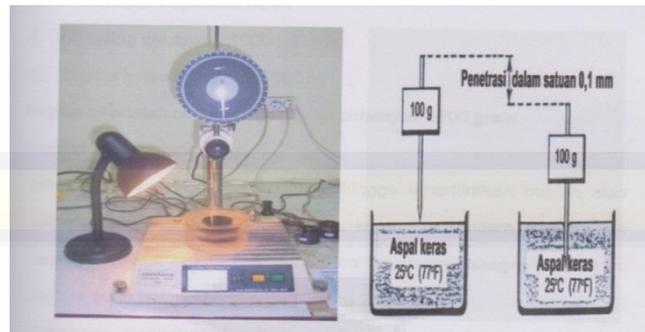
1. Alat penetrasi
2. Pemegang jarum
3. Jarum penetrasi
4. Pemberat
5. Cawan
6. Bak perendam (*water Bath*)
7. Bak / Tempat air
8. Pengatur waktu (*stopwatch*)
9. Termometer Logam

c. Benda Uji :

Aspal Minyak

d. Prosedur Kerja :

1. Letakkan benda uji dalam tempat air yang kecil dan masukkan tempat air tersebut dalam bak perendam yang telah berada pada suhu 25°C.
2. Letakkan pemberat 100 gram diatas jarum untuk memperoleh beban sebesar  $(110 \pm 0.1)$  gram.
3. Pindahkan tempat air dari bak perendam tepat dibawah alat penetrasi.
4. Turunkan jarum perlahan-lahan sehingga jarum tersebut menyentuh permukaan benda uji. Kemudian aturlah angka 0 di arloji penetrometer, sehingga jarum penunjuk berimpik dengannya.
5. Lepaskan pemegang jarum.
6. Putarlah arloji penetrometer dan bacalah angka penetrasi yang berimpit dengan jarum penunjuk.
7. Lepaskan jarum dari pemegang jarum dan siapkan alat penetrasi untuk pekerjaan berikutnya.
8. Lakukan pekerjaan 1 sampai dengan 6 diatas tidak kurang dari 3 kali untuk benda uji yang sama dengan ketentuan setiap titik pemeriksaan berjarak satu sama lain dan dari tepi dinding lebih dari 1 cm.



**Gambar 3.7. Pengujian Penetrasi**

Sumber : <http://www.google.co.id/images=penetrasi+aspal&btnG>

### 3.6.6. Pemeriksaan Viskositas

a. Tujuan :

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan temperatur pencampuran dan temperatur pematangan.

b. Peralatan :

1. Satu set alat viskositas
2. Termometer
3. *stopwatch*
4. Labu viskositas

c. Benda Uji :

Aspal Minyak

d. Prosedur Kerja :

1. Panaskan benda uji pada suhu 120°C
2. Tuangkan benda uji kedalam tabung viskositas (suhu pemanasan aspal harus sama dengan suhu aspal didalam tabung viskositas).

3. Buka karet penyumbat dari tabung viskositas dan mulai menyalakan *stopwatch* saat benda uji menyentuh dasar labu viskositas.
4. Matikan *stopwatch* apabila benda uji tepat pada garis batas labu viskositas.
5. Catat waktu air (t) dalam detik.
6. Tutup kembali lubang viskositas dengan karet penyumbat.
7. Ulangi percobaan dari poin 1-6 untuk suhu 140°, 160°C dan 180°C.

### 3.7. Penentuan Jumlah dan Persiapan Benda Uji

Setelah bahan yang akan digunakan telah lulus uji, tahap selanjutnya adalah penentuan jumlah benda uji dan rancangan agregat gabungan serta pembuatan benda uji untuk penentuan kadar aspal optimum.

#### 3.7.1. Penentuan Jumlah Benda Uji

Banyaknya benda uji yang dibuat untuk kebutuhan penelitian ini, dapat dilihat pada Tabel 3.1.

**Tabel 3.1. Perhitungan benda Uji**

Uraian kegiatan pengujian		Jumlah
<b>1. Penentuan Kadar Aspal Optimum</b>		
Variasi Kadar Aspal (%)	Jumlah Benda Uji	15
HRS-WC	HRS-WC	
7,5	3	
8	3	
8,5	3	
9	3	
9,5	3	
<b>2. Pengujian Marshal Tes ( Abu Batu ) Perendaman 30 Menit Suhu 60°C</b>		
Kadar Aspal (%)	HRS-WC	Jumlah
Optimum ( Perendaman 1 Hari)	3	
Optimum ( Perendaman 3 Hari)	3	

Optimum ( Perendaman 5 Hari)	3	15
Optimum ( Perendaman 7 Hari)	3	
Optimum ( Perendaman 9 Hari)	3	
<b>3. Pengujian Marshal tes ( Abu Terbang ) 30 Menit 60°C</b>		
<b>Kadar Aspal (%)</b>	<b>HRS-WC</b>	<b>Jumlah</b>
Optimum ( Perendaman 1 Hari)	3	15
Optimum ( Perendaman 3 Hari)	3	
Optimum ( Perendaman 5 Hari)	3	
Optimum ( Perendaman 7 Hari)	3	
Optimum ( Perendaman 9 Hari)	3	
<b>4. Pengujian Marshal tes ( Abu Batu ) 24 Jam 60°C</b>		
Optimum ( Perendaman 1 Hari)	3	15
Optimum ( Perendaman 3 Hari)	3	
Optimum ( Perendaman 5 Hari)	3	
Optimum ( Perendaman 7 Hari)	3	
Optimum ( Perendaman 9 Hari)	3	
<b>5. Pengujian Marshal tes ( Abu Terbang ) 24 Jam 60°C</b>		
Optimum ( Perendaman 1 Hari)	3	15
Optimum ( Perendaman 3 Hari)	3	
Optimum ( Perendaman 5 Hari)	3	
Optimum ( Perendaman 7 Hari)	3	
Optimum ( Perendaman 9 Hari)	3	
<b>Total Benda Uji</b>		

Sumber : Hasil Analisa

### 3.7.2. Rancangan Agregat Gabungan

Perancangan agregat gabungan adalah penentuan proporsi masing-masing gradasi agregat kemudian digabung dalam satu campuran. Merancang proporsi campuran dapat dilakukan dengan metode grafis diagonal.

Langkah-langkah perancangan proporsi campuran adalah sebagai berikut

Mengetahui persyaratan gradasi yang diminta.

1. Buatlah empat persegi panjang pada kertas grafik dengan ukuran 10x20 cm, atau ukuran lain dengan perbandingan 1:2

2. Sumbu vertical (Y) digunakan untuk menunjukkan persen lolos saringan.
3. Garis diagonal dari empat persegi panjang menjadi garis gradasi tengah untuk spesifikasi agregat campuran yang diinginkan.
4. Masukkan prosentase lolos saringan masing-masing material kedalam grafik tersebut
5. Untuk menentukan prosentase batu pecah 1-2, dilihat dari jarak antara grafik gradasi batu pecah 0.5-1 terhadap tepi atas yang mana nilainya harus sama dengan nilai batu pecah 1-2.
6. Setelah didapatkan garis yang sama maka tariklah garis bantu vertical sampai memotong diagonal yang kemudian dari titik potong ini ditarik garis horizontal kekanan yang menunjukkan batas besarnya nilai persentase komposisi campuran batu pecah 1-2.
7. Dengan cara yang sama pada No.6 dan No.7 didapat nilai prosentase komposisi campuran untuk spilt 0.5-1 dan abu batu. Setelah diperoleh proporsi dari setiap jenis gradasi agregat dibuat suatu table hasil analisa gabungan agregat, dimana prosentase masing-masing gradasi yang akan digunakan diperoleh dari hasil perkalian dengan prosentase lolos untuk masing-masing nomor saringan lalu dikontrol apakah gradasi hasil gabungan tersebut memenuhi spesifikasi yang diisyaratkan.

### 3.7.3. Pembuatan Benda Uji I untuk Penentuan Kadar Aspal Optimum

#### a. Peralatan :

1. Timbangan
2. Panci
3. Cetakan benda uji yang diameter 10 cm (4") dan tinggi 7.5 cm (3") lengkap dengan plat alas dan leher sambung
4. Alat penumbuk lengkap dengan pedestal yang mempunyai permukaan tumbuk rata terbentuk selinder dengan berat 4.536 kg, dan tinggi jatuh bebas 45.7 cm (18")
5. Spatula
6. Termometer

#### b. Prosedur kerja :

1. Pisahkan agregat dengan cara penyaringan sesuai dengan prosentase agregat yang didapat.
2. Menentukan kadar aspal optimum rencana (Pb)

Rumus umum untuk menghitung perkiraan awal kadar aspal optimum (Pb) pada campuran adalah :

$$Pb = 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (\%F) + \text{Konstanta.}$$

Dimana :

Pb = Perkiraan *bitument* (kadar aspal)

CA = Batu pecah 1 - 2

MA= Batu pecah 0,5 - 1

F = Agregat halus yang lolos saringan No. 200

K = Nilai konstanta 0,5-1,0

3. Timbang masing-masing agregat dan aspal sesuai dengan prosentase gabungan yang didapat.
4. Panaskan agregat dengan menggunakan panis sampai suhu 165°C
5. Angkat, aspal minyak sesuai persentase gabungan aduk sampai rata lalu timbang.
6. Tuangkan aspal minyak penetrasi 60/70 yang sudah dipanaskan kedalam campuran agregat yang berada dalam panis dan kemudian aduk sampai menyatu secara baik.
7. Ukur temperatur pemadatan yaitu 131°C (sesuai hasil viskositas) lalu masukkan campuran kedalam cetakan.
8. Lakukan pemadatan dengan alat penumbuk sebanyak 2 x 75 kali tumbukan, lalu dinginkan untuk kemudian dikeluarkan dari cetakan.

### **3.8. Pengujian Benda Uji I untuk Penentuan Kadar Aspal Optimum**

#### **a. Tujuan:**

Untuk menentukan Stabilitas, kelehan (flow), rongga dalam campuran (VIM), rongga dalam agregat (VMA), rongga terisi aspal (VFB) dan *marshall quotient* campuran aspal beton.

#### **b. Prosedur kerja :**

1. Simpan benda uji dalam bak perendam selama 30-40 menit dengan suhu tetap 60°C.
2. Keluarkan benda uji dari bak perendam dan letakkan kedalam segmen bawah kepala penekan dengan catatan bahwa waktu yang diperlukan dari saat diangkatnya benda uji dari bak perendam

sampai tercapainya beban maksimum tidak boleh melebihi 30 detik.

3. Pasang segmen diatas benda uji dan letakkan keseluruhannya dalam mesin penguji.
4. Pasang arloji pengukur pelelehan (*flow*) pada kedudukan diatas salah satu barang penuntun dan diatur kedudukan jarum penunjuk pada angka nol, sementara tangkai arloji (*sleeve*) dipegang teguh terhadap segmen atas kepala penekan.
5. Kepala penekan beserta benda ujinya dinaikkan hingga menyentuh alas cincin penguji sebelum pembebanan diberikan.
6. Atur jam arloji tekan pada kedudukan angka nol.
7. Berikan pembebanan pada benda uji dengan kecepatan tetap sekitar 50 mm per menit sampai pembebanan maksimum tercapai, atau pembebanan menurun seperti yang ditunjukkan oleh jarum arloji, tekan dan catat pembebanan maksimum atau stabilitas yang dicapai.
8. Catat nilai pelelehan (*flow*) yang ditunjukkan oleh jarum arloji pengukur pelelehan pada saat pembebanan maksimum tercapai.
9. Ulangi percobaan diatas dengan tumbukan yaitu : 2x75.

Kadar aspal optimum ditentukan dari hasil parameter *Marshall*, Secara garis besar kadar aspal optimum biasanya memenuhi Kriteria :

- a. Kadar aspal yang memberikan stabilitas maksimal.

- b. Kadar aspal yang memberikan berat isi maksimal.
- c. Kadar aspal yang memberikan kadar rongga udara  
Minimum.



## BAB IV

### ANALISA DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Rekapitulasi Hasil Pengujian

Bahan agregat yang digunakan pada penelitian ini, terdiri atas agregat kasar dan agregat halus yang diperoleh dari PT. Makassar Indah. Hasil pemeriksaan Karakteristik agregat sesuai dengan metode pengujian yang di pakai dan spesifikasi.

Jenis Aspal yang digunakan Studi ini adalah Aspal Minyak Pertamina 60/70. Hasil pengujian sifat Aspal sesuai dengan standar SNI serta spesifikasi yang disyaratkan.

##### 4.1.1 Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan

Tabel 4.1. Hasil Pemeriksaan Material Batu Pecah 1-2

Total :	2521,0			Total :	2523,4			Total :	2589,9			Average %
Sieve No	Sample : 1			Sample : 2			Sample : 3			Passing		
	Wt. Ret	% Ret	% Pas	Wt. Ret	% Ret	% Pas	Wt. Ret	% Ret	% Pas			
3/4"	0,0	0,00	100,00	0,0	0,00	100,00	0	0,00	100,00	100,00		
1/2"	1667,7	66,15	33,85	1525,8	60,47	39,53	1691,1	65,30	34,70	36,03		
3/8"	2367,6	93,92	6,08	2394,7	94,90	5,10	2372,8	91,62	8,38	6,52		
No. 8	2468,3	97,91	2,09	2430,5	96,32	3,68	2447,2	94,49	5,51	3,76		
No. 30	2474,7	98,16	1,84	2473,2	98,01	1,99	2551,9	98,53	1,47	1,76		
No. 200	2480,7	98,40	1,60	2485,7	98,51	1,49	2559,1	98,81	1,19	1,43		
Pan												

Sumber : hasil penelitian laboratorium

**Tabel 4.2. Hasil Pemeriksaan Material Batu Pecah 0,5-1**

Total :		2589,0			Total : 2574,5			Total : 2576,4			Average % Passing
Sieve No	Sample 1			Sample 2			Sample 3				
	Wt. Ret	% Ret	% Pas	Wt. Ret	% Ret	% Pas	Wt. Ret	% Ret	% Pas		
3/4"	0	0	100,00	0	0	100,00	0	0,00	100,00	100,00	
1/2"	0	0,00	100,00	0	0,00	100,00	0	0,00	100,00	100,00	
3/8"	52,2	2,02	97,98	89,3	3,47	96,53	75,6	2,93	97,07	97,19	
No. 8	1697,2	65,55	34,45	1689,3	65,62	34,38	1695,8	65,82	34,18	34,34	
No. 30	2465,5	95,23	4,77	2383,8	92,59	7,41	2415,2	93,74	6,26	6,14	
No. 200	2520,2	97,34	2,66	2509,7	97,48	2,52	2521,8	97,88	2,12	2,43	
Pan											

Sumber : hasil penelitian laboratorium

**Tabel 4.3. Hasil Pemeriksaan Material Pasir**

Total :		2505,0			Total : 2503,3			Total : 2510,4			Average % Passing
Sieve No	Sample : 1			Sample : 2			Sample : 3				
	Wt. Ret	% Ret	% Pas	Wt. Ret	% Ret	% Pas	Wt. Ret	% Ret	% Pas		
3/4"	0	0	100	0	0	100	0	0	100,00	100,00	
1/2"	0	0	100	0	0	100	0	0	100,00	100,00	
3/8"	0	0	100	0	0	100	0	0	100,00	100,00	
No. 8	0,4	0,02	99,98	0,5	0,02	99,98	0,2	0,01	99,99	99,99	
No. 30	14,6	0,58	99,42	12,6	0,50	99,50	14,7	0,59	99,41	99,44	
No. 200	2115,5	84,45	15,55	2107,4	84,18	15,82	2126,1	84,69	15,31	15,56	
Pan											

Sumber : hasil penelitian laboratorium

**Tabel 4.4. Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Abu Batu**

Total :		2594,1			Total : 2560,1			Total : 2592			Average % Passing
Sieve No	Sample : 1			Sample : 2			Sample : 3				
	Wt. Ret	% Ret	% Pas	Wt. Ret	% Ret	% Pas	Wt. Ret	% Ret	% Pas		
3/4"	0,0	0,00	100,00	0	0,00	100,00	0	0,00	100,00	100,00	
1/2"	0	0,00	100,00	0	0,00	100,00	0	0,00	100,00	100,00	
3/8"	0,0	0,00	100,00	0	0,00	100,00	0	0,00	100,00	100,00	
No. 8	571,4	22,03	77,97	559,5	21,85	78,15	559,5	21,59	78,41	78,18	
No. 30	1495,3	57,64	42,36	1469	57,38	42,62	1467	56,60	43,40	42,79	
No. 200	2149,8	82,87	17,13	2127,6	83,11	16,89	2151,2	82,99	17,01	17,01	
Pan											

Sumber : Hasil penelitian Laboratorium

**Tabel 4.5. Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Abu Terbang**

Total : 2500,0			Total : 2500			Total : 2500			Average % Passing	
Sieve No	Sample : 1			Sample : 2			Sample : 3			
	Wt. Ret	% Ret	% Pas	Wt. Ret	% Ret	% Pas	Wt. Ret	% Ret		% Pas
3/4"	0,0	0,00	100,00	0	0,00	100,00	0	0,00	100,00	<b>100,00</b>
1/2"	0	0,00	100,00	0	0,00	100,00	0	0,00	100,00	<b>100,00</b>
3/8"	0,0	0,00	100,00	0	0,00	100,00	0	0,00	100,00	<b>100,00</b>
No. 8	0	0,00	100,00	0	0,00	100,00	0	0,00	100,00	<b>100,00</b>
No. 30	8,3	0,33	99,67	8,6	0,34	99,66	8,7	0,35	99,65	<b>99,66</b>
No. 200	1977,2	79,09	20,91	2027,6	81,10	18,90	2071,2	82,85	17,15	<b>18,99</b>
Pan										

*Sumber : Hasil penelitian laboratorium*

**Tabel 4.6. Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Semen**

Total : 2300,0			Total : 2300			Total : 2300			Average % Passing	
Sieve No	Sample : 1			Sample : 2			Sample : 3			
	Wt. Ret	% Ret	% Pas	Wt. Ret	% Ret	% Pas	Wt. Ret	% Ret		% Pas
3/4"	0,0	0,00	100,00	0	0,00	100,00	0	0,00	100,00	<b>100,00</b>
1/2"	0,0	0,00	100,00	0	0,00	100,00	0	0,00	100,00	<b>100,00</b>
3/8"	0,0	0,00	100,00	0	0,00	100,00	0	0,00	100,00	<b>100,00</b>
No. 8	0,0	0,00	100,00	0	0,00	100,00	0	0,00	100,00	<b>100,00</b>
No. 30	0,0	0,00	100,00	0	0,00	100,00	0	0,00	100,00	<b>100,00</b>
No. 200	38,6	1,68	98,32	37,2	1,62	98,38	39,2	1,70	98,30	<b>98,33</b>
Pan										

*Sumber : Hasil penelitian laboratorium*

#### 4.1.2 Pemeriksaan Berat Jenis Dan Penyerapan

**Tabel 4.7. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Dan Penyerapan Batu Pecah 1-2**

Jenis Pemeriksaan	Hasil	Spesifikasi		Satuan
		Min	Max	
Berat jenis dan penyerapan				
1. Bulk	2,52	2,5	3	Gram
2. SSD	2,57	2,5		Gram
3. Semu	2,67	2,5		Gram
4. Penyerapan	2.23	-		Gram

Sumber : Hasil Penelitian Laboratorium

**Tabel 4.8. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Dan Penyerapan Batu Pecah 0,5 – 1**

Jenis Pemeriksaan	Hasil	Spesifikasi		Satuan
		Min	Max	
Berat jenis dan penyerapan				
2.1. Bulk	2,55	2,5	3	Gram
3.1. SSD	2,62	2,5		Gram
4.1. Semu	2,74	2,5		Gram
5.1. Penyerapan	2,76	-		Gram

Sumber : Hasil Penelitian Laboratorium

**Tabel 4.9. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Dan Penyerapan Material Pasir**

Jenis Pemeriksaan	Hasil	Spesifikasi		Satuan
		Min	Max	
Berat jenis dan penyerapan				
3.4.1.2 Bulk	2,51	2,5	3	Gram
3.5.1.2 SSD	2,56	2,5		Gram
3.6.1.2 Semu	2,62	2,5		Gram
3.7.1.2 Penyerapan	1,68	-		Gram

Sumber : Hasil Penelitian Laboratorium

**Tabel 4.10. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Dan Penyerapan Material Abu Batu**

Jenis Pemeriksaan	Hasil	Spesifikasi		Satuan
		Min	Max	
Berat jenis dan penyerapan				
3.4.1.2 Bulk	2,56	2,5	3	Gram
3.5.1.2 SSD	2,63	2,5		Gram
3.6.1.2 Semu	2,76	2,5		Gram
3.7.1.2 Penyerapan	2,79	-		Gram

Sumber : Hasil Penelitian Laboratorium

### 4.1.3 Hasil Pemeriksaan Karakteristik Aspal Minyak

Jenis aspal yang digunakan dalam penelitian ini adalah Aspal Minyak penetrasi 60/70 . Hasil pengujian sifat-sifat fisik aspal sesuai hasil pengujian dan penelitian yang dilakukan di laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa Makassar, diperlihatkan pada tabel 4.11 sebagai berikut :

**Tabel 4.11. Hasil Pemeriksaan Aspal Penetrasi 60/70**

No	Pemeriksaan	Prosedur Pemeriksaan	Spesifikasi		Hasil	Satuan
			Min	Maks		
1	Penetrasi (25° C, 5 dtk)	SNI-06-2456-1991	60	79	64,9	0.1 mm
2	Berat jenis (25 ° C)	SNI-06-2441-1991	1,0	-	1,0419	Gr/ml
3	Daktilitas	SNI-06-2432-1991	100	-	120	mm
4	Viscositas Pemadatan	AASHTOT-72-97	120	140	131	°C
5	Viscositas Pencampuran	AASHTOT-72-97	130	165	162	°C
6	Titik Lembek	SNI- 06 -2433 1991	48	58	51	°C
7	Titik Nyala & Titik Bakar	SNI-06-2433-1991	200	-	272,5	%

*Sumber : Hasil Penelitian Laboratorium*

### 4.2 Penentuan Proporsi Agregat Campuran

Sebelum pelaksanaan pembuatan benda uji perlu kiranya memperhitungkan jumlah agregat yang dibutuhkan dari masing – masing fraksi agregat, rancangan dilakukan berdasarkan gradasi dari masing – masing fraksi agregat yang akan dicampur, hasil rancangan tersebut

harus dicek dan dievaluasi salah satunya dengan menggunakan metode coba-coba (*Trial and Error*).

Dengan metode coba-coba (*Trial and Error*) tersebut diperoleh proporsi agregat untuk campuran laston yaitu menentukan terlebih dahulu presentase dari masing-masing agregat sehingga menghasilkan jumlah 100 %, kemudian hasil penggabungan agregat yang diperoleh melalui perkalian presentase dengan persen lolos dari agregat, harus terdapat dalam batas gradasi dan diusahakan nilai gabungannya mendekati nilai ideal dari data spesifikasi yang disyaratkan sehingga menghasilkan komposisi campuran yang optimal.

Dalam hal ini, penentuan komposisi campuran yang optimal sebaiknya dilakukan sebanyak dua kali sebagai pembandingan dari komposisi campuran sebelumnya.

Setelah diperoleh komposisi campuran, kemudian dilakukan penimbangan sesuai presentase tertahan pada masing-masing saringan.

.Presentase agregat yang didapat adalah sebagai berikut :

Nilai presentase agregat gabungan untuk campuran aspal panas (*HRS-WC Standar*) berdasarkan hasil perhitungan pada lampiran adalah:

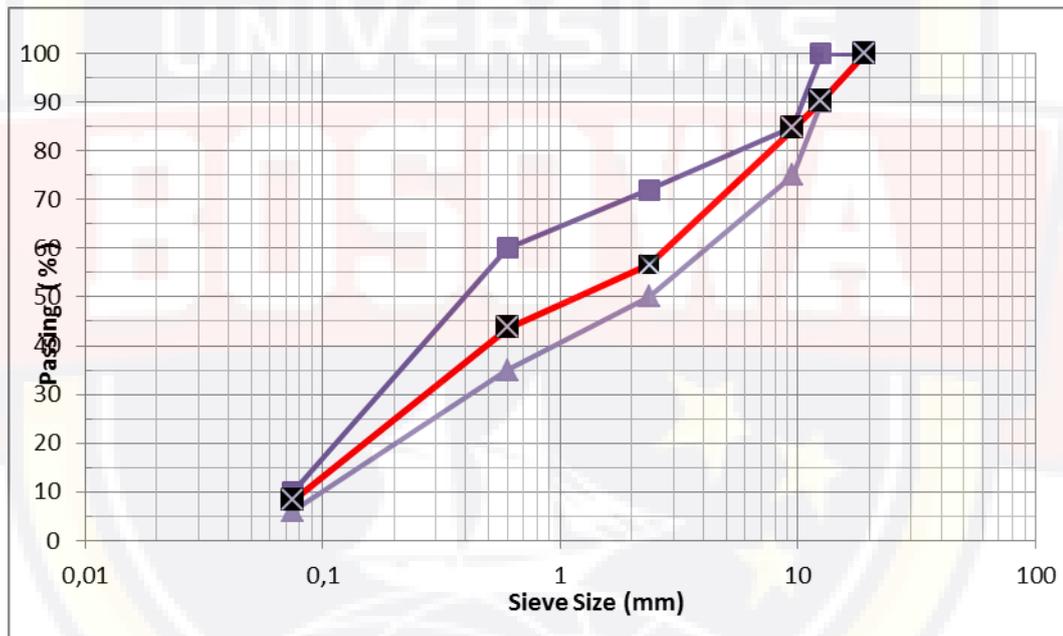
- Batu Pecah 1-2 = 15,00 %
- Batu Pecah 0.5-1 = 44,00 %
- Pasir = 40,00 %
- Semen = 1 %

**Tabel 4.12. Tabel Penggabungan Agregat HRS- WC Standar**

ASTM SIEVE SIZE	AGGREGATE GRADING ( AVARAGE )				COMBINED AGGREGATE GRADING HRS - WC ( SENJANG )					SPEC	AGG. SURFACE FACTOR	
	a	b	c	D	I	II	III	IV	V			
3/4"	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100					100	0,41
1/2"	36,03	100,00	100,00	100,00	90,40	90,4					90 - 100	0,41
3/8"	6,52	97,19	100,00	100,00	84,74	84,86					75 - 85	0,41
# 8	3,76	34,34	99,99	100,00	56,67	59,29					50 - 72	0,82
# 30	1,76	6,14	99,94	100,00	43,75	47,48					35 - 60	2,87
# 200	1,43	2,34	15,56	98,33	8,49	9,843					6 - 10	32,77

Sumber : Hasil Penelitian Laboratorium

**Gambar 4.1. Grafik Penggabungan Untuk Agregat HRS-WC Standar**



Sumber : Hasil Penelitian Laboratorium

Rumus perkalian gradasi gabungan :

$$\begin{aligned}
 &= \frac{a \times A}{100} + \frac{b \times B}{100} + \frac{c \times C}{100} + \frac{d \times D}{100} \\
 &= \frac{15 \times 100}{100} + \frac{39 \times 100}{100} + \frac{45,5 \times 100}{100} + \frac{0,5 \times 100}{100} \\
 &= 15 + 44 + 40 + 1 \\
 &= 100\%
 \end{aligned}$$

Keterangan :

a : rata-rata % lolos Batu Pecah 1 - 2

b : rata-rata % lolos Batu Pecah 0,5 – 1

c : rata-rata % lolos Pasir

d : rata-rata % lolos Filler Semen

A : rasio komposisi Agregat Batu pecah 1 – 2

B : rasio komposisi Agregat Batu pcah 0,5 – 1

C : rasio komposisi Agregat Pasir

D : rasio komposisi Agregat Semen

#### **4.3. Pembuatan Benda Uji Untuk Penentuan KAO (Kadar Aspal Optimum)**

Setelah merancang fraksi campuran dan diperoleh komposisi masing–masing agregat maka selanjutnya menentukan kadar aspal rencana untuk mendapatkan kadar aspal optimun ( KAO ).

##### **4.3.1 Perkiraan Kadar Aspal Rencana (Pb)**

Penentuan kadar Aspal rencana untuk campuran aspal HRS-WC Standar sebagai berikut ;

$$\begin{aligned} P_b &= 0,035 (43,33) + 0,045 (48,18) + 0,18 (8,49) + 3 \\ &= 8,21\% \Rightarrow 8,5\% \end{aligned}$$

Kadar Aspal yang didapatkan untuk campuran panas *HRS-WC standar* adalah 8,5% dengan mengambil dua kadar aspal dibawah dan dua kadar aspal diatas menggunakan interval 0,5% maka nilainya adalah 7,5% ,8% ; 8,5% ; 9% ; 9,5%.

#### 4.3.2 Penentuan Berat Agregat Dan Berat Aspal Dalam Campuran

Untuk penentuan campuran HRS-WC standar, didapat berat Aspal dan agregat sebagai berikut.

**Tabel 4.13. Rumus Komposisi Untuk Campuran HRS-WC Standar**

	Kadar Aspal	=	7,5	%			100	%	-	7,5	%	=	95
<b>Hasil Penggabungan Agregat ( Combined )</b>													
Batu Pecah 1 - 2	15	%	x	92,5	%	=	0,14	x	1200	=			166,5
Batu Pecah 0,5 - 1	44	%	x	92,5	%	=	0,41	x	1200	=			488,4
Pasir	40	%	x	92,5	%	=	0,33	x	1200	=			444,0
Semen	1	%	x	92,5	%	=	0,01	x	1200	=			11,1
Aspal	7,5	%				X			1200	=			90,0
													1200

Selanjutnya untuk berat aspal dan berat agregat pada masing-masing kadar aspal dapat dilihat sebagai berikut :

**Tabel 4.14. Berat Aspal Dan Agregat Pada Campuran Aspal Panas HRS-WC Standar**

Kadar aspal	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5
Batu Pecah 1-2	166,5	165,6	164,7	163,8	162,9
Batu Pecah 0,5 - 1	488,4	485,8	483,1	480,5	477,8
Pasir	444	441,6	439,2	436,8	434,4
Semen	11,1	11	10,98	10,92	10,9
Berat Aspal Terhadap Campuran	90	96	102	108	114
Jumlah	1200	1200	1200	1200	1200

### 4.3.3 Perhitungan Berat Jenis Dan Penyerapan Campuran

Berdasarkan hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat serta berat jenis aspal diperoleh data sebagai berikut :

**Tabel 4.15. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Untuk Campuran HRS-WC Standar**

Material	Berat Jenis Bulk	Berat Jenis Semu	Berat Jenis Efektif	Penyerapan Agregat
	A	B	$c = ( a + b / 2 )$	d
Batu Pecah 1 – 2	2,52	2,57	2,67	2,23
Batu Pacah 0,5 – 1	2.55	2.62	2.74	2,76
Pasir	2,51	2,62	2,56	1,68
Abu Batu	2.56	2.63	2.75	2,75
Abu Terbang	3,17	3,17	3,17	0,959
Filler (Semen)	3,17	3,17	3,17	0,959
Aspal	1,0419			

( Sumber : Hasil Pemeriksaan Laboratorium )

Berdasarkan data hasil pemeriksaan diatas, maka berat jenis gabungan agregat dapat dihitung sebagai berikut :

- Untuk campuran aspal beton *HRS-WC Standar*

Berat jenis bulk agregat (  $G_{sb}$  ) :

$$\frac{100}{\frac{15\%}{2.52} + \frac{44\%}{2.55} + \frac{40\%}{2.51} + \frac{1\%}{3.17}} = 2,53 \text{ gram}$$

Jadi, BJ Bulk untuk campuran *HRS-WC Standar* adalah 2,53 gram

- Berat jenis semu agregat (  $G_{sa}$  )

$$\frac{100}{\frac{15\%}{2.67} + \frac{40\%}{2.74} + \frac{44\%}{2.62} + \frac{1\%}{3.17}} = 2,61\text{gram}$$

Jadi, BJ Semu untuk campuran *HRS-WC Standar* adalah 2,61 gram

#### 4.4. Data Uji Marshall Untuk Penentuan Kadar Aspal Optimum

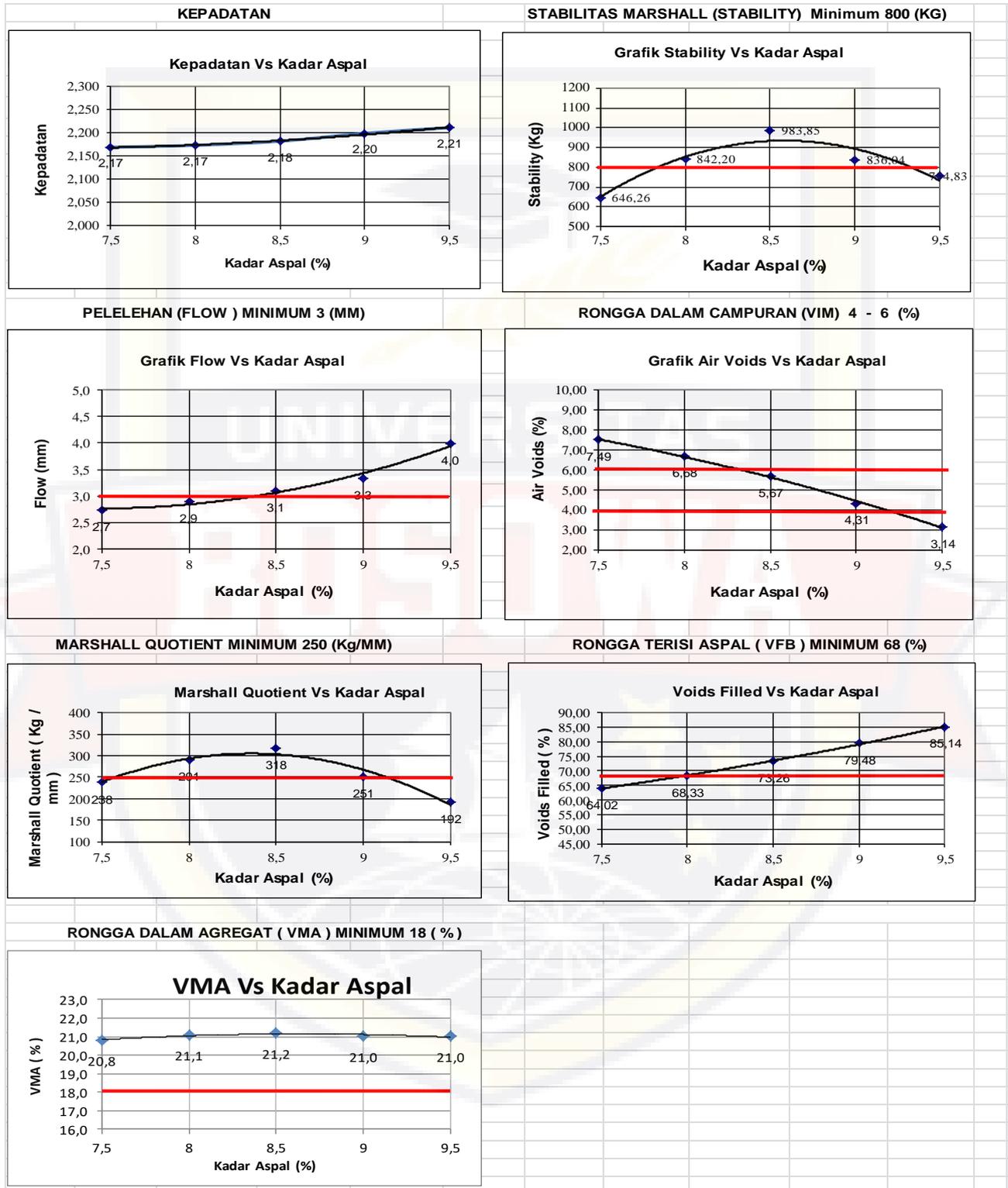
Pada pengetesan benda uji dengan alat *Marshall* diperoleh dua data hasil pengujian yaitu pembacaan stabilitas dan flow benda uji. Sebelum pengetesan benda uji, terlebih dahulu benda uji didiamkan selama 24 jam pada suhu ruang, lalu ditimbang untuk mendapatkan berat benda uji di udara, setelah itu direndam dalam air selama 24 jam pada suhu ruang. Kemudian ditimbang dalam air untuk mendapatkan berat benda uji dalam air, lalu benda uji diangkat dan dilap kemudian ditimbang lagi untuk mendapatkan berat benda uji kering permukaan (SSD). Setelah itu benda uji di rendam dalam waterbath selama 30 menit pada suhu 60°C dan dilakukan pengujian Marshall. Dari data yang diperoleh maka sifat-sifat campuran beton aspal dapat ditentukan dengan kadar aspal yang bervariasi.

Dari data yang diperoleh maka sifat-sifat campuran beton aspal dapat ditentukan dengan kadar aspal yang bervariasi, dapat di lihat pada diagram berikut

KEPADATAN									
STABILITAS MARSHALL (STABILITY) ( KG )									
PELELEHAN (FLOW) ( MM )									
RONGGA DALAM CAMPURAN (VIM) ( % )									
RONGGA TERISI ASPAL (VFB) (%)									
RONGGA DALAM AGREGAT (VMA) ( % )									
MARSHALL QUOTIENT (KN/MM)									
KADAR ASPAL (%)	7,5	8	8,5	▼	9	9,5			

$$\begin{aligned}
 \text{KADAR ASPAL OPTIMUM} &= \frac{8,4 + 9,1}{2} \\
 &= 8,75\%
 \end{aligned}$$

**Gambar 4.2. Grafik Karakteristik Marshall Test**



Dari gambar kurva hubungan parameter Marshall dengan kadar Aspal untuk penentuan campuran HRS-WC Standar dapat diuraikan sebagai berikut:

- a) Grafik hubungan antara Stabilitas terhadap kadar aspal menunjukkan bahwa dengan kadar aspal rendah nilai Stabilitas semakin rendah dan seiring dengan penambahan kadar aspal maka nilai stabilitas akan semakin bertambah sampai pada titik tertinggi dan kemudian mengalami penurunan dengan penambahan kadar aspal.
- b) Grafik hubungan antara Flow terhadap kadar aspal menunjukkan bahwa secara konsisten Flow akan naik dengan bertambahnya kadar aspal.
- c) Grafik hubungan antara VIM terhadap kadar aspal menunjukkan bahwa dengan kadar aspal rendah, maka nilai VIM menjadi tinggi. Namun dengan bertambahnya kadar aspal nilai VIM semakin rendah.
- d) Grafik hubungan antara Marshall Quotient menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar aspal maka nilai MQ akan semakin bertambah sampai pada titik tertinggi dan kemudian mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya kadar aspal.
- e) Grafik hubungan antara VFB terhadap kadar aspal menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar aspal maka nilai VFB juga makin tinggi karena rongga terisi aspal.

f) Grafik hubungan antara VMA terhadap kadar aspal menunjukkan bahwa semakin tinggi persentase kadar aspal maka nilai VMA akan semakin berkurang

#### 4.4.1 Perhitungan Berat Agregat Dan Berat Aspal Menggunakan Kadar Aspal Optimum Dengan Bahan Pengisi Abu Batu Dan Abu Terbang

Setelah diperoleh Karakteristik Marshall dengan Kadar Aspal Optimum yang telah ditentukan maka dilanjutkan untuk komposisi campuran.

Untuk campuran HRS - WC dengan bahan pengisi Abu batu dan Abu terbang didapat kadar Aspal dan Agregat terhadap kadar Aspal optimum sebagai berikut :

- Komposisi campuran dengan bahan pengisi Abu Batu

	<b>Kadar Aspal</b>	=	<b>8,75</b>	%		100	%	-	<b>8,75</b>	%	=	91,25
<b>Hasil Penggabungan Agregat ( Combined )</b>												
<b>Batu Pecah 1 - 2</b>	<b>15</b>	%	x	91,3	%	=	0,14	x	1200	=	164,3	
<b>Batu Pecah 0,5 - 1</b>	<b>44</b>	%	x	91,3	%	=	0,4	x	1200	=	481,8	
<b>Pasir</b>	<b>40</b>	%	x	91,3	%	=	0,37	x	1200	=	438	
<b>Filler Abu Batu</b>	<b>1</b>	%	x	91,3	%	=	0,01	x	1200	=	10,9	
<b>Aspal</b>	<b>8,75</b>	%			X				1200	=	105	
											1200	

- Komposisi campuran dengan bahan pengisi Abu Terbang

	<b>Kadar Aspal</b>	=	<b>8,75</b>	%			100	%	-	<b>8,75</b>	%	=	91,25
<b>Hasil Penggabungan Agregat ( Combined )</b>													
<b>Batu Pecah 1 - 2</b>	<b>15</b>	%	x	91,3	%	=	0,14	x	1200	=	164,3		
<b>Batu Pecah 0,5 - 1</b>	<b>44</b>	%	x	91,3	%	=	0,4	x	1200	=	481,8		
<b>Pasir</b>	<b>40</b>	%	x	91,3	%	=	0,37	x	1200	=	438		
<b>Filler Abu Terbang</b>	<b>1</b>	%	x	91,3	%	=	0,01	x	1200	=	10,9		
<b>Aspal</b>	<b>8,75</b>	%			X				1200	=	105		
													1200

#### 4.4.2 Data Hasil Uji Dengan Alat Marshall Yang Diperoleh Dengan Menggunakan Kadar Aspal Optimum

Tujuan dari uji marshall ini ialah untuk mengetahui karakteristik campuran aspal panas dengan membandingkan kadar aspal optimum dengan waktu 30 menit dan 24 jam menggunakan 5 variasi waktu perendaman, baik benda uji aspal HRS-WC menggunakan bahan pengisi Abu Batu maupun benda uji aspal HRS-WC menggunakan bahan pengisi Abu Terbang. Maksud dari pengujian ini untuk mengetahui ketahanan (Stabilitas) terhadap kelelahan plastis (Flow) dari campuran aspal tersebut, untuk lebih jelas dapat dilihat pada lampiran.

Dari hasil uji marshall dapat diketahui campuran aspal panas HRS-WC dengan 5 variasi waktu perendaman menggunakan bahan pengisi Abu Batu dan campuran aspal panas HRS-WC menggunakan bahan pengisi Abu Terbang dengan perendaman selama 30 menit dan 24 jam pada suhu 60°C. Dapat kita amati pengaruh campuran aspal terhadap nilai Stabilitas, Flow, VIM, Marshall Quotient, VMA, dan Voids Filled. Dapat dilihat pada lampiran

- Rumus Hasil Pengujian Marshall.

$$\text{Stabilitas} = (\text{Pembacaan} \times \text{Kalibrasi Alat} \times \text{Angka Korelasi})$$

$$\text{Flow} = \text{Nilai Rata-Rata Flow}$$

**Tabel 4.16. Hasil Uji Marshall KAO Menggunakan Bahan Pengisi Abu Batu Dan Abu Terbang Dengan Perendaman Selama 30 Menit Pada Suhu 60°C.**

- Marshall dengan bahan pengisi Abu Batu

No	Pemeriksaan	Filler Abu Batu					Spesifikasi 2010
		KAO 8,75%					
		1 Hari	3 Hari	5 Hari	7 Hari	9 Hari	Revisi 3
1	Kepadatan	2,20	2,20	2,20	2,21	2,21	-
2	Stabilitas (Kg)	1306,6	1270,2	1207,5	1132	1062,4	Min 800
3	VMA (%)	20,7	20,6	20,5	20,4	20,3	Min 18
4	MQ (Kg/mm)	379	359,6	290,1	260,9	228	Min 250
5	Flow (mm)	3,5	3,6	4,2	4,4	4,7	Min 3
6	VIM (%)	4,6	4,9	4,3	4,2	4,1	4 - 6
7	VFB (%)	77,8	78,5	79,1	79,5	79,8	Min 68

Sumber : Hasil Penelitian Laboratoriu

- Marshall dengan bahan pengisi Abu Terbang

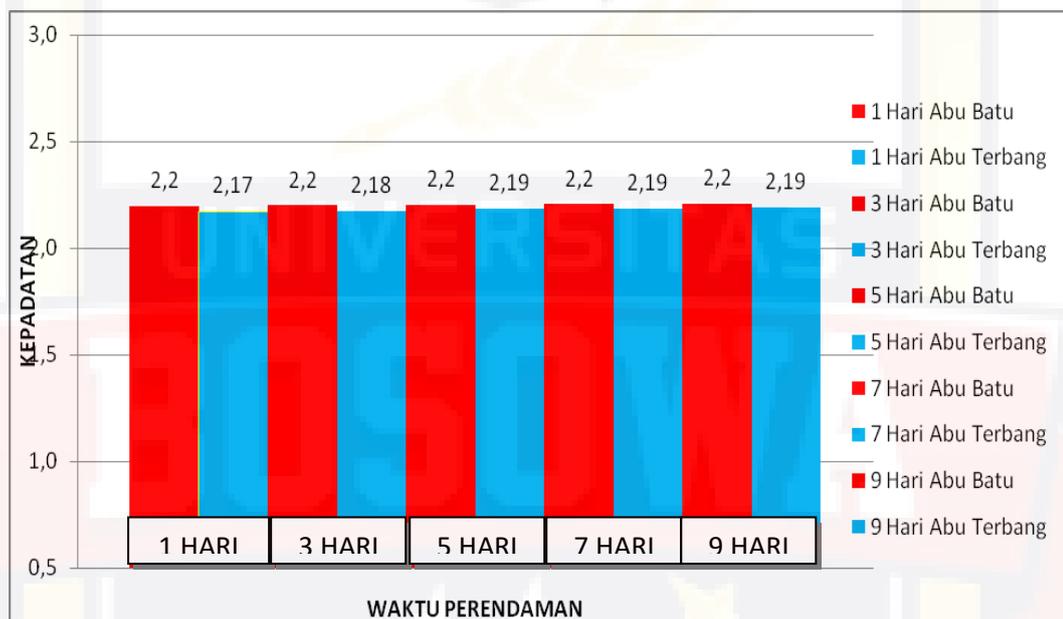
No	Pemeriksaan	Filler Abu Terbang					Spesifikasi 2010
		KAO 8,75%					
		1 Hari	3 Hari	5 Hari	7 Hari	9 Hari	Revisi 3
1	Kepadatan	2,17	2,18	2,19	2,19	2,19	
2	Stabilitas (Kg)	1209,6	1171,3	1106,8	1044,2	991,7	Min 800
3	VMA (%)	21,7	21,6	21,2	21,2	21	Min 18
4	MQ (Kg/mm)	376,1	336,1	276,7	250,5	224,7	Min 250
5	Flow (mm)	3,2	3,5	4	4,2	4,4	Min 3
6	VIM (%)	5,7	5,6	5,2	5,1	4,9	4 - 6
7	VFB (%)	73,7	74	75,8	75,9	76,8	Min 68

Sumber : Hasil Penelitian Laboratorium

#### 4.4.3 Analisis Pembahasan Hasil Pengujian Dengan Menggunakan Bahan Pengisi Abu Batu Dan Abu Terbang Pada Campuran Beton Aspal Panas HRS-WC.

Hasil pengujian campuran benda uji pada alat pengujian marshall akan diperoleh hasil-hasil parameter marshall sebagai berikut :

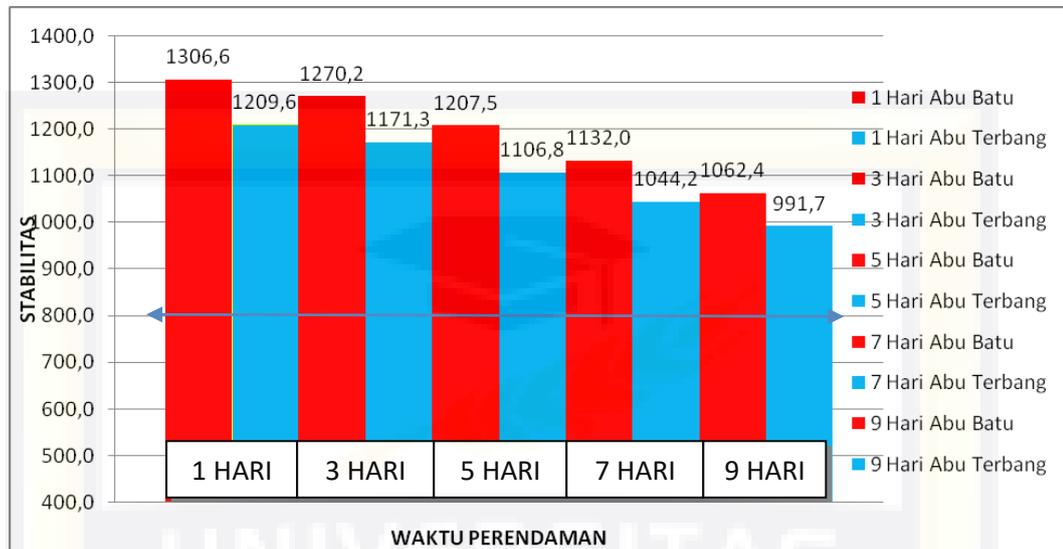
##### a. Kepadatan



Gambar 4.3. Diagram Perbandingan Kepadatan Antara Aspal panas HRS-WC menggunakan bahan pengisi Abu Batu Dan Aspal panas HRS-WC menggunakan bahan pengisi Abu Terbang Dengan Waktu Perendaman 30 Menit Dengan Suhu 60°C.

Dari gambar 4.3 diatas terlihat bahwa nilai kepadatan dengan 5 variasi waktu perendaman untuk campuran Aspal panas HRS-WC dengan bahan pengisi Abu Batu lebih tinggi dibandingkan dengan nilai kepadatan Campuran Aspal panas HRS-WC dengan bahan pengisi menggunakan Abu Terbang.

## b. Stabilitas Minimum 800 (Kg)

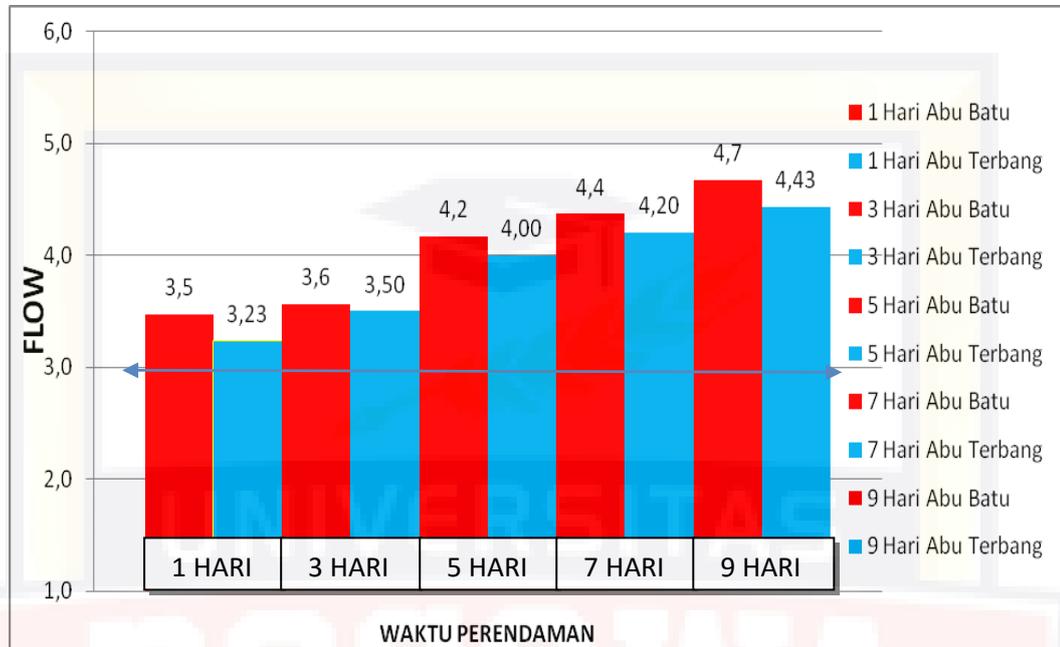


Gambar 4.4. Diagram Perbandingan Stabilitas Antara Aspal panas HRS-WC menggunakan bahan pengisi Abu Batu Dan Aspal panas HRS-WC menggunakan bahan pengisi Abu Terbang Dengan Waktu Perendaman 30 Menit Dengan Suhu 60°C.

Stabilitas merupakan ukuran kemampuan dari campuran untuk menahan beban yang diterima. Nilai stabilitas dipengaruhi oleh bentuk, kualitas, tekstur permukaan dan gradasi agregat serta kadar dan daya lekat aspal dalam campuran. Nilai stabilitas berpengaruh juga dengan bahan yang digunakan.

Dari gambar 4.4. diatas terlihat nilai stabilitas dengan 5 variasi waktu perendaman pada campuran aspal panas HRS-WC menggunakan bahan pengisi Abu Batu memiliki nilai Stabilitas yang tinggi dan pada campuran aspal panas HRS-WC dengan menggunakan bahan pengisi Abu Terbang memiliki nilai stabilitas yang rendah. Ini disebabkan karena daya lekat aspal menggunakan filler Abu Batu lebih baik dibandingkan dengan memakai filler Abu terbang.

**c. Pelelehan (Flow) Minimum 3 (mm).**



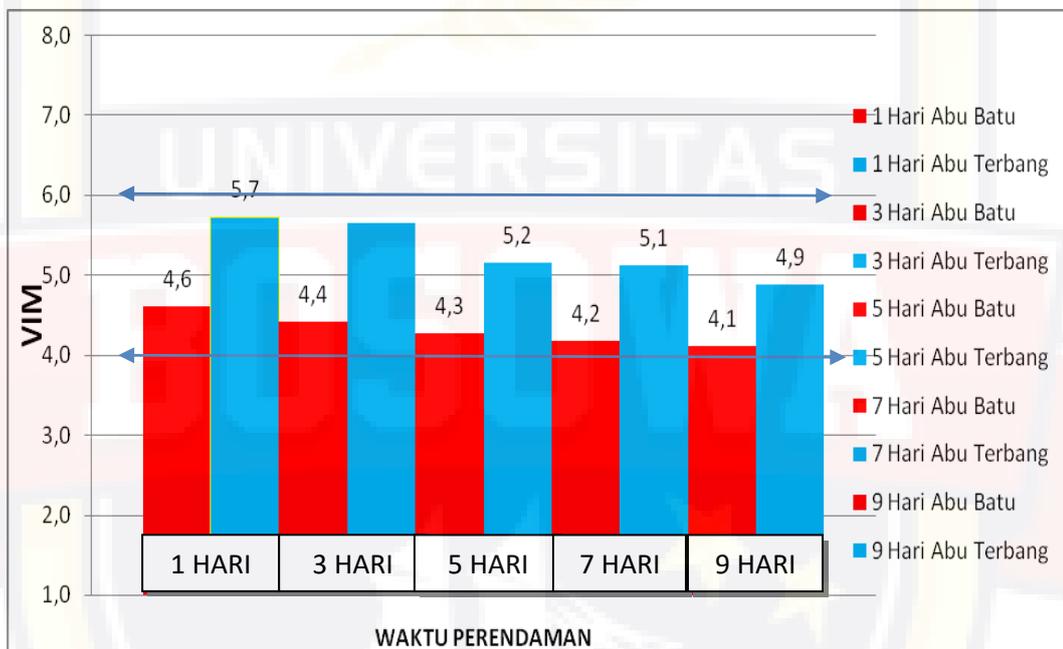
Gambar 4.5. Diagram Perbandingan Flow Antara Aspal panas HRS-WC menggunakan bahan pengisi Abu Batu Dan Aspal panas HRS-WC menggunakan bahan pengisi Abu Terbang Dengan Waktu Perendaman 30 Menit Dengan Suhu 60°C.

Flow atau pelelehan plastis adalah keadaan perubahan bentuk suatu campuran yang terjadi akibat suatu beban sampai batas runtuh yang dinyatakan dalam mm atau 0,01". Flow merupakan parameter akan sifat suatu kelenturan suatu campuran. Nilai flow dipengaruhi oleh kadar viskositas aspal, gradasi agregat, jumlah dan suhu pemadatan. Campuran dengan nilai stabilitas tinggi dan flow rendah cenderung menjadi kaku, sedangkan nilai campuran dengan nilai flow tinggi dan stabilitas rendah cenderung menjadi plastis dan mudah berubah bentuk.

Dari gambar 4.5 terlihat bahwa nilai flow dengan 5 variasi waktu perendaman pada campuran aspal HRS-WC menggunakan bahan pengisi Abu Batu dan Abu Terbang semuanya memenuhi spesifikasi, akan tetapi

nilai Flow pada campuran aspal HRS-WC menggunakan bahan Pengisi Abu Batu lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan bahan pengisi Abu Terbang. Ini disebabkan karena nilai Viskositas beton Aspal menggunakan bahan pengisi abu terbang lebih tinggi sehingga nilai flow menjadi rendah.

**d. Rongga Dalam Campuran (VIM) Minimum 4,0%– 6,0%**



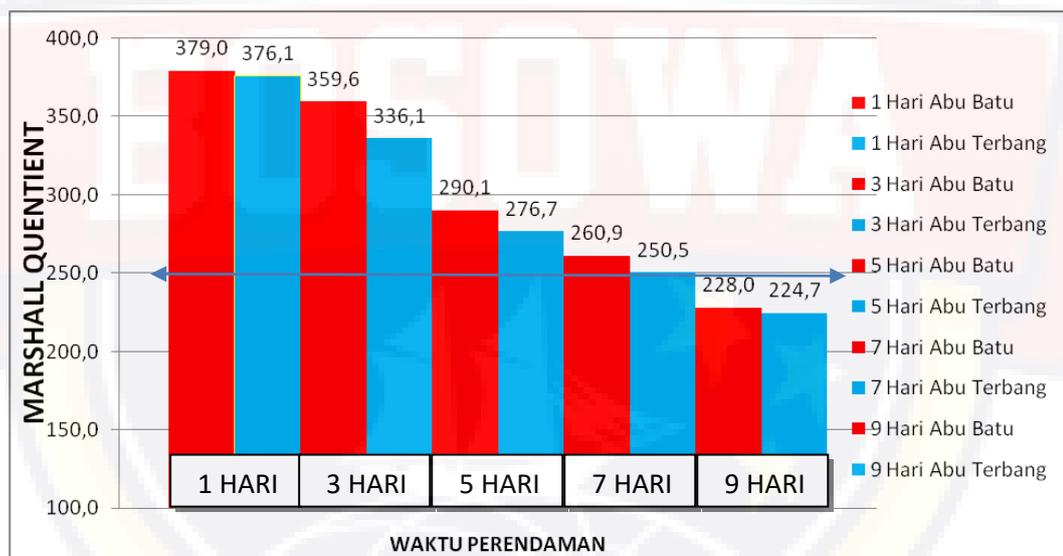
Gambar 4.6. Diagram Perbandingan VIM Antara Aspal panas HRS-WC menggunakan bahan pengisi Abu Batu Dan Aspal panas HRS-WC menggunakan bahan pengisi Abu Terbang Dengan Waktu Perendaman 30 Menit Dengan Suhu 60°C.

Dari gambar 4.6 di atas terlihat nilai VIM dengan 5 variasi waktu perendaman pada campuran aspal HRS-WC dengan menggunakan bahan pengisi Abu Batu memiliki nilai VIM yg rendah sedangkan pada campuran aspal HRS-WC dengan menggunakan bahan pengisi Abu Terbang nilai VIM meningkat. Ini disebabkan karena filler abu batu bekerja

dengan baik dalam mengisi rongga-rongga pada campuran beton Aspal HRS-WC.

Nilai VIM berpengaruh pada keawetan lapis perkerasan. Semakin tinggi nilai VIM menunjukkan semakin besar rongga yang terdapat didalam campuran sehingga campuran bersifat porous. Hal ini mengakibatkan campuran menjadi kurang kedap air dan kedap udara sehingga aspal mudah teroksidasi oleh udara sehingga mengakibatkan kadar aspal dalam campuran akan terus berkurang.

**e. Marshall Quetient Min 250**

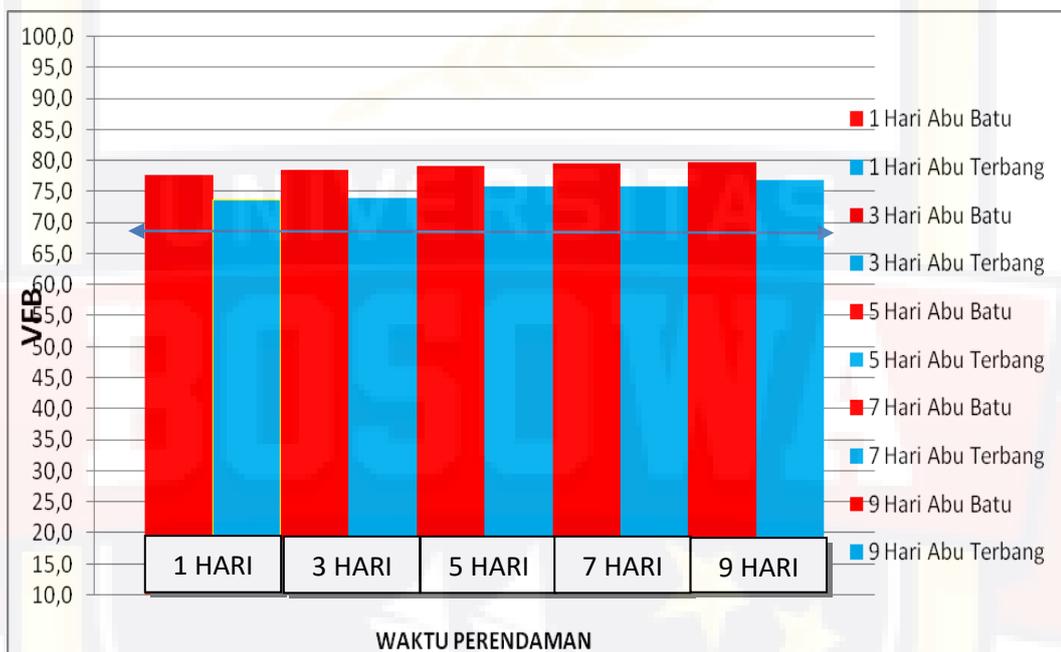


Gambar 4.7. Diagram Pebandingan MQ Antara Aspal panas HRS-WC menggunakan bahan pengisi Abu Batu Dan Aspal panas HRS-WC menggunakan bahan pengisi Abu Terbang Dengan Waktu Perendaman 30 Menit Dengan Suhu 60°C.

Dari gambar 4.7 di atas terlihat bahwa nilai MQ dengan 5 variasi waktu perendaman pada campuran HRS-WC dengan bahan pengisi Abu Batu dan Abu Terbang, menunjukkan bahwa semakin lama waktu perendaman maka nilai MQ semakin menurun, akan tetapi nilai MQ untuk

campuran HRS-WC menggunakan bahan pengisi Abu Batu lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan bahan pengisi Abu Terbang. Meski pada perendaman 9 Hari nilai MQ untuk kedua bahan pengisi tidak memenuhi spesifikasi.

**f. Rongga Terisi Aspal (VFB) Minimum 68 (%)**

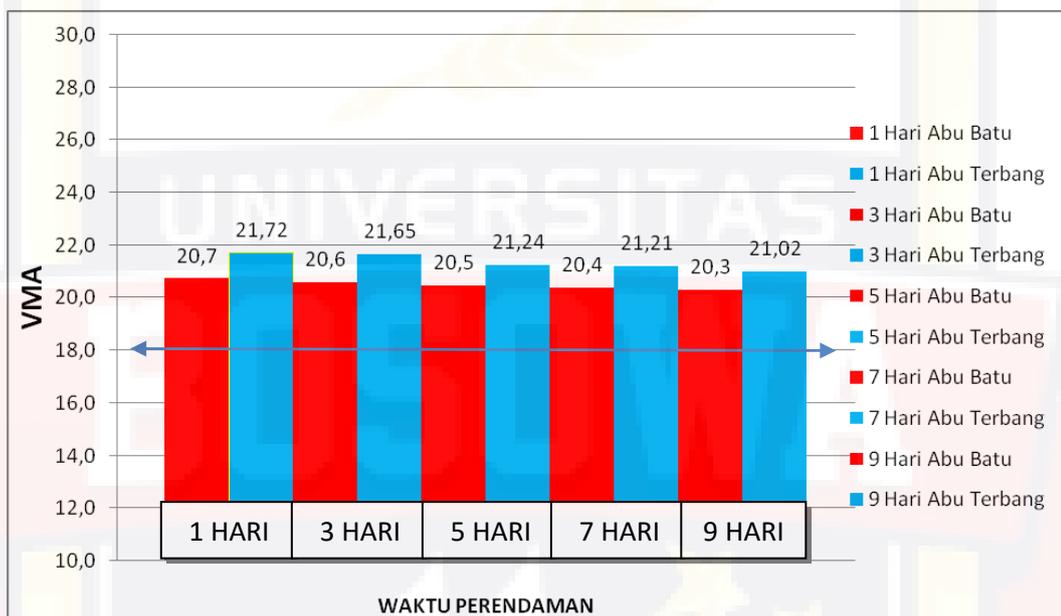


Gambar 4.8. Diagram Pebandingan VFB Antara Aspal panas HRS-WC menggunakan bahan pengisi Abu Batu Dan Aspal panas HRS-WC menggunakan bahan pengisi Abu Terbang Dengan Waktu Perendaman 30 Menit Dengan Suhu 60°C.

VFB adalah persentase pori antar butir agregat yang terisi aspal. Nilai VFB pada campuran berpengaruh pada sifat kedap dan elastisitas campuran. Semakin tinggi nilai VFB berarti semakin banyak nilai rongga terisi aspal sehingga semakin kedap air dan kedap udara. Dari gambar 4.8 di atas terlihat nilai VFB dengan 5 variasi waktu perendaman pada campuran HRS-WC menggunakan bahan pengisi Abu

Batu dan Abu Terbang, menunjukkan bahwa nilai VFB bertambah seiring bertambahnya waktu perendaman, akan tetapi nilai VFB untuk campuran HRS-WC menggunakan bahan pengisi Abu Batu lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan bahan pengisi Abu Terbang.

**g. Rongga Dalam Agregat (VMA) Min 18**



Gambar 4.9. Diagram Pebandingan VMA Antara Aspal panas HRS-WC menggunakan bahan pengisi Abu Batu Dan Aspal panas HRS-WC menggunakan bahan pengisi Abu Terbang Dengan Waktu Perendaman 30 Menit Dengan Suhu 60°C.

VMA adalah banyaknya pori diantara butir-butir agregat didalam beton aspal padat. Dari gambar 4.9 di atas terlihat bahwa nilai VMA dengan 5 variasi waktu perendaman pada campuran HRS-WC menggunakan bahan pengisi Abu Batu dan Abu terbang menunjukkan bahwa nilai VMA semakin berkurang seiring bertambahnya waktu perendaman, akan tetapi nilai VMA untuk campuran HRS-WC dengan bahan pengisi Abu Batu lebih rendah di bandingkan dengan bahan pengisi

Abu Terbang. Ini disebabkan karena nilai pori yang meningkat pada beton aspal menggunakan bahan pengisi abu terbang.

#### 4.4.4 Hubungan KAO Dengan Persentase Nilai IKS

Hubungan pemanasan dan jumlah tumbukan IKS dapat dilihat pada tabel dibawah ini;

**Tabel 4.17. Hubungan KAO Dengan Persentase Nilai IKS Beton Aspal HRS – WC Menggunakan Bahan Pengisi Abu Batu Dan Abu Terbang.**

Bahan Pengisi	Variasi Perendaman	KAO	Waktu Perendaman Dengan Suhu 60°C		IKS	Spek Min
			30 Menit	24 Jam		
			Stabilitas			
Abu Batu	1 Hari	8,75%	1306,6	1179,4	90,3	90
	3 Hari		1270,2	1160,0	91,3	
	5 Hari		1207,5	1103,9	91,4	
	7 Hari		1132,0	1068,0	94,4	
	9 Hari		1062,4	1010,1	95,1	
Abu Terbang	1 Hari	8,75%	1209,6	1171,3	96,8	90
	3 Hari		1171,3	1153,3	98,5	
	5 Hari		1106,8	1078,8	97,5	
	7 Hari		1044,2	976,0	93,5	
	9 Hari		991,7	928,4	93,6	

Sumber : Hasil penelitian Laboratorium

Dari Tabel terlihat nilai stabilitas untuk campuran HRS-WC menggunakan bahan pengisi Abu Batu dan Abu terbang dengan perendaman 30 menit dan 24 jam pada suhu 60°C, menunjukkan bahwa nilai Stabilitas yang diperoleh untuk perendaman 24 jam mengalami penurunan terhadap nilai Stabilitas yang diperoleh untuk perendaman 30 menit pada suhu yang sama.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa data yang dilakukan dalam penelitian ini, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai kadar Aspal Optimum (KAO) yang didapatkan adalah 8,75%.
2. Dari hasil pengujian karakteristik Marshall campuran HRS-WC yang menggunakan bahan pengisi Abu Batu dengan durasi perendaman

yaitu :

- Untuk 1 hari perendaman  
Kepadatan 2,20, Stabilitas 1306,6 kg, VMA 20,7%, MQ 379 kg/mm, Flow 3,5 mm, VIM 4,6 %, VFB 77 %.
- Untuk 3 hari perendaman  
Kepadatan 2,20, Stabilitas 1270,2 kg, VMA 20,6%, MQ 359,6 kg/mm, Flow 3,6 mm, VIM 4,9 %, VFB 78,5 %.
- Untuk 5 hari perendaman  
Kepadatan 2,20, Stabilitas 1207,5 kg, VMA 20,5%, MQ 290,1 kg/mm, Flow 4,2 mm, VIM 4,3 %, VFB 79,1 %.
- Untuk 7 hari perendaman  
Kepadatan 2,21, Stabilitas 1132,0 kg, VMA 20,4%, MQ 260,9 kg/mm, Flow 4,4 mm, VIM 4,2 %, VFB 79,5 %.
- Untuk 9 hari perendaman

Kepadatan 2,21, Stabilitas 1062,4 kg, VMA 20,3%, MQ 228 kg/mm, Flow 4,7 mm, VIM 4,1 %, VFB 79,8 %.

3. Dari hasil pengujian karakteristik Marshall campuran HRS-WC yang menggunakan bahan pengisi Abu Terbang dengan durasi perendaman yaitu :

- Untuk 1 hari perendaman

Kepadatan 2,17, Stabilitas 1209,6 kg, VMA 21,7%, MQ 376,1 kg/mm, Flow 3,2 mm, VIM 5,7 %, VFB 73,7 %.

- Untuk 3 hari perendaman

Kepadatan 2,18, Stabilitas 1171,3 kg, VMA 21,6%, MQ 336,1 kg/mm, Flow 3,5 mm, VIM 5,6 %, VFB 74 %.

- Untuk 5 hari perendaman

Kepadatan 2,19, Stabilitas 1106,8 kg, VMA 21,2%, MQ 276,7 kg/mm, Flow 4 mm, VIM 5,2%, VFB 75,8 %.

- Untuk 7 hari perendaman

Kepadatan 2,19, Stabilitas 1044,2 kg, VMA 21,2%, MQ 250,5 kg/mm, Flow 4,2 mm, VIM 5,1 %, VFB 75,9 %.

- Untuk 9 hari perendaman

Kepadatan 2,19, Stabilitas 991,7kg, VMA 21%, MQ 224,7 kg/mm, Flow 4,4 mm, VIM 4,9 %, VFB 76,8 %.

4. Dari hasil uji karakteristik Marshall campuran HRS-WC menggunakan bahan pengisi Abu Batu dan Abu Terbang, Maka bahan pengisi Abu Batu lebih baik dari pada bahan pengisi Abu terbang.

## **5.2. Saran**

Beberapa hal yang disarankan sehubungan dengan hasil–hasil penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk penelitian selanjutnya disarankan agar menggunakan penumbuk listrik ( Elektrik Compaction ), agar beban yg diterima pada benda uji tetap sama.
2. Peralatan yg digunakan dalam laboratorium sebaiknya dikalibrasi secara rutin, supaya hasil yang diperoleh lebih akurat.
3. Perlu dikembangkan jenis–jenis perlakuan pengujian lainnya terhadap campuran Aspal HRS-WC sehingga nantinya mampu meminimalisir pemakaian dan pengaplikasian dilapangan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1997, **Buku Panduan Pemeriksaan Bahan Lapis Keras**, Laboratorium Teknik Trasporsi, JTS FT UGM, Yogyakarta.
- Anonim, 1976, **Manual Pemeriksaan Bahan Jalan**, Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Anonim, 1999, **Pedoman Campuran Beraspa IDengan Pendekatan Kepadatan Mutlak**, No 025/T/BM/1999, Pedoman Teknik, Departemen Pekerjaan Umum.
- Anonim, 2006, **Pedoman, Penuntun dan Tata Cara Penulisan Tugas Akhir**, JTS FT Universitas BOSOWA, Makassar.
- Anonim, 2013, **Penuntun Praktikum Laboratorium Jalan dan Aspal**, JTS FT Universits BOSOWA, Makassar.
- Anonim, 2010, **Bahan Kuliah Rekayasa Tanah dan Perkerasan Jalan**, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas BOSOWA Makassar.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, **Divisi VI Spesifikasi**, 2010 Revisi 3..
- Hadiyatmo, HaryChrystady, 2007, **Pemeliharaan Jalan Raya**, Gajah Mada University Press.
- Hadiyatmo, HaryChrystady, 2007, **Pemeliharaan Jalan Raya**, Gajah Mada University Press.
- Saodang, Hamirhan, Ir. MSCE., **Konstruksi Jalan Raya**, Buku2, Perancangan Perkerasan Jalan Raya, Nova, Bandung.
- Sukirman, S., 2003, **Beton Aspal Campuran Panas**, Granit, Jakarta.
- Sukirman, S., 1999, **Perkerasan Lentur Jalan Raya**, Nova, Bandung.
- Sukirman, S., 1994, **Dasar – Dasa Perencanaan Geometrik Jalan**, Nova, Bandung.

**LABORATORIUM TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR**

Jln. Urip Sumoharjo Km. 6 – Telp. ( 0411 ) 452901 – 34278 fax. ( 0411 ) 424568  
Website : [www.tekniksipil45makassar.info](http://www.tekniksipil45makassar.info) / email : [tsipil@yahoo.com](mailto:tsipil@yahoo.com)

**FOTO DOKUMENTASI PENELITIAN**



Kegiatan : - Persiapan Bahan Agregat

Dikerjakan Oleh :  
Fajar Nugraha Kasim  
45 09 041 008

**LABORATORIUM TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR**

Jln. Urip Sumoharjo Km. 6 – Telp. ( 0411 ) 452901 – 34278 fax. ( 0411 ) 424568  
Website : [www.tekniksipil45makassar.info](http://www.tekniksipil45makassar.info) / email : [tsipil@yahoo.com](mailto:tsipil@yahoo.com)

**FOTO DOKUMENTASI PENELITIAN**



Kegiatan : - Persiapan Bahan Campuran

Dikerjakan Oleh :  
Fajar Nugraha Kasim  
45 09 041 008

**LABORATORIUM TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR**

Jln. Urip Sumoharjo Km. 6 – Telp. ( 0411 ) 452901 – 34278 fax. ( 0411 ) 424568  
Website : [www.tekniksipil45makassar.info](http://www.tekniksipil45makassar.info) / email : [tsipil@yahoo.com](mailto:tsipil@yahoo.com)

**FOTO DOKUMENTASI PENELITIAN**



Kegiatan : - Pengujian Berat Jenis

Dikerjakan Oleh :  
Fajar Nugraha Kasim  
45 09 041 008

**LABORATORIUM TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR**

Jln. Urip Sumoharjo Km. 6 – Telp. ( 0411 ) 452901 – 34278 fax. ( 0411 ) 424568  
Website : [www.tekniksipil45makassar.info](http://www.tekniksipil45makassar.info) / email : [tsipil@yahoo.com](mailto:tsipil@yahoo.com)

**FOTO DOKUMENTASI PENELITIAN**



Kegiatan : - Pencampuran Benda Uji

Dikerjakan Oleh :  
Fajar Nugraha Kasim  
45 09 041 008

**LABORATORIUM TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR**

Jln. Urip Sumoharjo Km. 6 – Telp. ( 0411 ) 452901 – 34278 fax. ( 0411 ) 424568  
Website : [www.tekniksipil45makassar.info](http://www.tekniksipil45makassar.info) / email : [tsipil@yahoo.com](mailto:tsipil@yahoo.com)

**FOTO DOKUMENTASI PENELITIAN**



Kegiatan : - Pemadatan Benda Uji

Dikerjakan Oleh :  
Fajar Nugraha Kasim  
45 09 041 008

**LABORATORIUM TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR**

Jln. Urip Sumoharjo Km. 6 – Telp. ( 0411 ) 452901 – 34278 fax. ( 0411 ) 424568  
Website : [www.tekniksipil45makassar.info](http://www.tekniksipil45makassar.info) / email : [tsipil@yahoo.com](mailto:tsipil@yahoo.com)

**FOTO DOKUMENTASI PENELITIAN**



Kegiatan : - Pengujian Benda Uji

Dikerjakan Oleh :  
Fajar Nugraha Kasim  
45 09 041 008

**LABORATORIUM TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR**

Jln. Urip Sumoharjo Km. 6 – Telp. ( 0411 ) 452901 – 34278 fax. ( 0411 ) 424568  
Website : [www.tekniksipil45makassar.info](http://www.tekniksipil45makassar.info) / email : [tsipil@yahoo.com](mailto:tsipil@yahoo.com)

**FOTO DOKUMENTASI PENELITIAN**

KEGIATAN : - Penimbangan Benda Uji

Dikerjakan Oleh :  
Marlina Alwi  
45 10 041 020

Dikerjakan Oleh :  
R U D I  
45 10 041 040

**FOTO DOKUMENTASI PENELITIAN**

**LABORATORIUM TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR**

Jln. Urip Sumoharjo Km. 6 – Telp. ( 0411 ) 452901 – 34278 fax. ( 0411 ) 424568  
Website : [www.tekniksipil45makassar.info](http://www.tekniksipil45makassar.info) / email : [tsipil@yahoo.com](mailto:tsipil@yahoo.com)



KEGIATAN : - Perendaman Benda Uji Di Dalam Water Bath

Dikerjakan Oleh :  
Ikram Umar  
45 09 041 039

**FOTO DOKUMENTASI PENELITIAN**

**LABORATORIUM TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR**

Jln. Urip Sumoharjo Km. 6 – Telp. ( 0411 ) 452901 – 34278 fax. ( 0411 ) 424568  
Website : [www.tekniksipil45makassar.info](http://www.tekniksipil45makassar.info) / email : [tsipil@yahoo.com](mailto:tsipil@yahoo.com)



KEGIATAN : - Pengujian Dengan Alat Uji Marshall

Dikerjakan Oleh :  
Marlina Alwi  
45 10 041 020

Dikerjakan Oleh :  
R U D I  
45 10 041 040

**FOTO DOKUMENTASI PENELITIAN**

**LABORATORIUM TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR**

Jln. Urip Sumoharjo Km. 6 – Telp. ( 0411 ) 452901 – 34278 fax. ( 0411 ) 424568  
Website : [www.tekniksipil45makassar.info](http://www.tekniksipil45makassar.info) / email : [tsipil@yahoo.com](mailto:tsipil@yahoo.com)



KEGIATAN : - Hasil Pembuatan Benda Uji

Dikerjakan Oleh :  
Marlina Alwi  
45 10 041 020

Dikerjakan Oleh :  
RUDI  
45 10 041 040

**FOTO DOKUMENTASI PENELITIAN**

**LABORATORIUM TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR**

Jln. Urip Sumoharjo Km. 6 – Telp. ( 0411 ) 452901 – 34278 fax. ( 0411 ) 424568  
Website : [www.tekniksipil45makassar.info](http://www.tekniksipil45makassar.info) / email : [tsipil@yahoo.com](mailto:tsipil@yahoo.com)



Contoh Alat Uji Marshall

Dikerjakan Oleh :  
Marlina Alwi  
45 10 041 020

Dikerjakan Oleh :  
R U D I  
45 10 041 040

**FOTO DOKUMENTASI PENELITIAN**

**LABORATORIUM TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR**

Jln. Urip Sumoharjo Km. 6 – Telp. ( 0411 ) 452901 – 34278 fax. ( 0411 ) 424568  
Website : [www.tekniksipil45makassar.info](http://www.tekniksipil45makassar.info) / email : [tsipil@yahoo.com](mailto:tsipil@yahoo.com)



KEGIATAN : - Hasil Pemisahan Agregat Masing-Masing Fraksi

Dikerjakan Oleh :  
Marlina Alwi  
45 10 041 020

Dikerjakan Oleh :  
RUDI  
45 10 041 040

**FOTO DOKUMENTASI PENELITIAN**

**LABORATORIUM TEKNIK SIPIL**  
**UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR**

Jln. Urip Sumoharjo Km. 6 – Telp. ( 0411 ) 452901 – 34278 fax. ( 0411 ) 424568  
Website : [www.tekniksipil45makassar.info](http://www.tekniksipil45makassar.info) / email : [tsipil@yahoo.com](mailto:tsipil@yahoo.com)

